Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

UNTERSUCHUNG DER ZWISCHENGLIEDGESTALTUNG IM SEITENZAHNGEBIET AUS PARODONTALHYGIENISCHER SICHT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Thomas Kocher
aus Stuttgart

1981

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

UNTERSUCHUNG DER ZWISCHENGLIEDGESTALTUNG IM SEITENZAHNGEBIET AUS PARODONTALHYGIENISCHER SICHT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Thomas Kocher
aus Stuttgart

1981

Dekan: Professor Dr. G. Rassner
1. Berichterstatter: Professor Dr. E. Körber
2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. G. Schmalz

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145

Meinen Eltern

Herrn Prof. Dr. E. Körber möchte ich für die Überlassung des Themas und Herrn Oberarzt Dr. W.B. Freesmeyer für die großzügige Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit recht herzlich danken.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	PROBLEMSTELLUNG	3
2.1.	Biologische Gestaltungskriterien	3
2.2.	Biomechanische Gestaltungskriterien	4
2.2.1.	Mechanische Überlegungen	4
2.2.2.	Material und Materialverarbeitung	4
2.3.	Physiologische Gestaltungskriterien	5
2.3.1.	Passive und aktive Mundhygiene	5
2.3.2.	Speiseretention	5
2.3.3.	Gestaltung des Interdentalraums	7
2.3.4.	Okklusale Breite des Zwischenglieds	8
2.4.	Ästhetik	8
2.5.	Grundkonzepte der Zwischengliedgestaltung	9
3.	MATERIAL UND METHODE	12
3.1.	Untersuchte Zwischenglieder	12
3.2.	Versuchsdurchführung	14
3.3.	Untersuchte Parameter während der Tragezeit	18
4.	ERGEBNISSE	22
4.1.	Versuchsteil 1 (Zwischenglieder mit einer Tragezeit von vier Wochen)	22
4.1.1.	Plaqueindex (PI)	22
4.1.2.	Sondierungstiefe (ST)	25
4.1.3.	Sulcusfluid-flow-rate (SFFR)	28
4.1.4.	Papillenblutungsindex (PBI)	31
4.1.5.	Anfärbbarkeit der Gingiva durch 1 % alkoholische Lugolsche Lösung	31
4.1.6.	Plaqueretention unter dem Zwischenglied	31
4.1.7.	Subjektive Einschätzung durch die Patienten	34

Seite

4.2.	Versuchsteil 2 (Zwischenglieder mit einer Tragezeit von fünf bis sechs Monaten)	37
4.2.1.	Plaqueindex (PI)	37
4.2.2.	Sondierungstiefe (ST)	37
4.2.3.	Sulcusfluid-flow-rate	40
4.2.4.	Papillenblutungsindex	40
4.2.5.	Schleimhautbefund unter den Zwischengliedern	40
5.	DISKUSSION	45
5.1.	Diskussion der Methode	45
5.2.	Diskussion der Ergebnisse	45
6.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	49
7.	ZUSAMMENFASSUNG	50
8.	LITERATURVERZEICHNIS	52
9.	ANHANG - MESSDATEN	60

1. EINLEITUNG

In der zahnärztlichen Prothetik stellt sich heute die Frage, ob es vermeidbar ist, Zahnersatz nach acht bis zehn Jahren erneuern zu müssen. Diese Erneuerung einer prothetischen Arbeit, die durch vielfältige Faktoren notwendig wird, stellt sowohl für den Patienten eine hohe Belastung dar, nicht zuletzt aus finanziellen Gründen, als auch für den Behandler.

Nach Kerschbaum (1981) wird eine Wiederholung des Zahnersatzes aus folgenden Gründen nötig:

1. Karies
2. Parodontopathien
3. Materialfehler

Um die Tragedauer von Brücken zu verlängern, muß den genannten Erkrankungen vorgebeugt und Fehler vermieden werden. Ein Hauptfehler liegt in der Gestaltung von Brückenzwischengliedern.

So stellte Reichenbach 1931 fest: "Auf dem Gebiet der zahnärztlichen Brückenprothetik gehen die Meinungen über die Gestaltung der Zwischenglieder noch weit auseinander." ... Diese ... "entspringen ohne Zweifel dem Bedürfnis, die oft recht unhygienischen Verhältnisse, die man unter Brücken vorfindet, zu vermeiden..." Schon 1922 äußerte sich dazu Rumpel: "Das Brückenmittelstück ... muß so konstruiert sein, daß sich zwischen ihm und dem Alveolarfortsatz kein Schmutz festsetzen kann."

Wie Hedegard und Landt (1980) konstatierten, beschränkt sich bis heute die Prävention bei der prothetischen Rehabilitation auf die Erhaltung der belasteten Pfeiler. Diese sollen vor kariöser Zerstörung durch Überkronung und vor dem Verlust durch parodontale Noxen durch Verblockung geschützt werden. Solch ein prothetischer Ersatz wird in dasselbe orale Milieu gebracht, das durch seine quantitative wie qualitative Zusammensetzung zur Zerstörung der zu er-

setzenden Zähne beigetragen hat (Listgarten 1978).

Damit jedoch eine neue Arbeit eine dauerhafte Lösung darstellt, muß es gelingen, die für Parodontopathien und Karies ursächliche Plaque effektiv zu entfernen. Dabei unterscheidet Landt (1980) einen qualitativen Aspekt, nämlich die Durchführbarkeit einer Reinigung der Plaque-Prädilektionsstellen, und einen quantitativen Aspekt, die tatsächlich durchgeführte Plaqueentfernung seitens des Patienten.

Die vorliegende Arbeit stellt sich die Aufgabe, den Einfluß verschiedener Formen von Zwischengliedern auf den qualitativen bzw. quantitativen Aspekt der Mundhygiene zu untersuchen, um so Rückschlüsse auf die Gestaltung des Brückenkörpers für die Gesunderhaltung der Parodontien, der Schleimhaut und der Pfeilerzähne ziehen zu können.

Nur wenn wir die Form des Zahnersatzes entsprechend hygienischen Erfordernissen gestalten können, wird auch die Tragedauer des Ersatzes verlängert werden.

2. PROBLEMSTELLUNG

2.1. Biologische Gestaltungskriterien

Sowohl die unterstützenden Parodontalstrukturen als auch der zahnlose Kieferkamm sollten vor Einsetzen einer Brücke entzündungsfrei sein, wie auch die Pfeilerzähne durch auftretende Okklusionskräfte nicht überlastet werden dürfen.

Erst wenn die genannten Strukturen als biologisch gesund eingeschätzt werden können und wenn die Gingiva eine normale Farbe, Stippelung und Architektur aufweist, sollten die folgenden Kriterien betrachtet werden.

Dazu gehört, daß die ästhetischen Anforderungen nicht den hygienischen Gesichtspunkten zuwiderlaufen (Youdelis 1976, Flocken 1980, Hall 1980, Silness 1980). "Die Gewebsarchitektur sollte so gestaltet werden, daß ein ideales Zwischenglied adaptiert werden kann. Es soll also die gingivale Zone dem Brückenkörper angepaßt werden und nicht umgekehrt." (Schärer 1980).

Diese Therapie sollte sowohl an der marginalen Gingiva der Pfeilerzähne (z.B. an einer fibrös verdickten Manschette eines gekippten Zahnes) als auch am zahnlosen Alveolarfortsatz (zu breiter oder zu spitzer Kieferkamm) durchgeführt werden, weil diese beiden Zone topographisch betrachtet eine große Rolle im Therapieerfolg der Brücke spielen und einen entscheidenden Einfluß auf die hygienische Gestaltung des Brückenkörpers haben.

2.2. Biomechanische Gestaltungskriterien

2.2.1. Mechanische Überlegungen

Sollen bei einer mehrspannigen Brücke die Pfeiler nicht überlastet werden, so muß schon bei der Planung des Ersatzes die Notwendigkeit einer Verblockung mehrerer Zähne in Betracht gezogen werden (Smith 1961), um die auftretenden Kräfte auf einige Pfeilerzähne zu übertragen.

Beim Präparieren muß auf die nötige Retentionskapazität der Anker geachtet werden (Shillingburg 1977).

Auch sollte die Brückenkonstruktion in sich so stabil sein, daß sie sich beim Kauen nicht durchbiegt, was Klötzer (1960) bei Schwebebrücken beobachtet hat. Aus diesen Gründen empfahl er eine Verdickung des Zwischenglieds.

Schließlich sollte die eingegliederte Brücke mit dem restlichen Gebiß zusammen eine ausgeglichene Okklusion und Artikulation aufweisen (Reichenbach 1931, Eichner 1975).

2.2.2. Material und Materialverarbeitung

Waerhaug (1956), Podshadley (1968), Clayton (1970) und Triveldi (1973) stellten fest, daß eine rauhe Oberfläche die Plaqueakkumulation wesentlich fördert. An einem Zwischenglied angesammelte Plaque verhindert die Gesundhaltung der Schleimhaut und des Parodontiums.

Autoren wie Cavazos (1968), Eichner (1975) und Meyer (1975) halten deshalb glasiertes Porzellan als das verträglichste Material für den Kontaktbereich mit der Gingiva.

Demgegenüber stellten Podshadley (1968) und Clayton (1970) keinen Unterschied hinsichtlich der Gingivareaktion auf verschiedene Materialien fest. Bei Verwendung von Kunststoff fand Meyer (1975), daß Kunststoff im Laufe der Zeit Flüssigkeit aufnimmt, quillt und damit seine Oberfläche verändert und die Plaqueansammlung erleichtert.

2.3. Physiologische Gestaltungskriterien

2.3.1. Passive und aktive Mundhygiene

Lukas et al. (1974) maßen in einer theoretischen Arbeit der aktiven Mundhygiene eine große Bedeutung bei. Sie verstehen darunter die Selbstreinigung durch Zunge, Wange sowie durch die Spülwirkung des Speichels. Im Gegensatz dazu versteht man unter dem Begriff der passiven Mundhygiene die Reinigung, die der Patient mit mechanischen oder chemischen Hilfsmitteln durchführen kann.

Loe (1965) und Lindhe (1969) stellten fest, daß sich ohne Mundhygiene bei der heutigen Ernährung innerhalb von zehn bis zwanzig Tagen eine Plaquemenge entwickelt, die als ätiologischer Faktor einer sich entwickelnden Gingivitis angesehen werden kann, und schätzten daher den Anteil der aktiven Mundhygiene als gering ein.

Im Hinblick auf die Gestaltung von Zahnersatz muß die Frage daher lauten, wie die passive Mundhygiene am besten möglich ist, da die physiologische Selbstreinigung nur zu unbefriedigenden Ergebnissen führt (Jung 1975, Ferger und Schneider 1979).

2.3.2. Speiseretention

Ein weiterer Faktor, der die durch Plaque hervorgerufene Entzündung verschlimmert, ist die Speiseretention oder Food impaction. Darunter versteht man, daß während des Kauens Speisepartikel in die Interdentalräume oder Nischen eindringen. Diese Nischen können durch prothetischen Ersatz, z.B. Brückenzwischenglieder, gebildet werden.

Im gesunden Kauorgan schützt die geschlossene Zahnreihe mit den approximalen Kontaktpunkten und physiologisch gestalteten Randleisten in Kombination mit der marginalen Gingiva

das Parodont vor Food impaction. Demgegenüber spielt im mit Brücken versorgten Lückengebiß besonders die sogenannte laterale Impaktion eine Rolle, die durch Zunge, Lippe und Wange verursacht wird, und deren pathognome Potenz Stein (1966) beschrieben hat. Er wies durch Biopsien nach, daß die entzündliche Reaktion unter dem Zwischenglied in direkter Beziehung zur Speiseretention steht.

Daraus zogen Eissmann et al. (1971) den Schluß. daß überall dort, wo Speisereste hingedrückt werden können, auch dafür zu sorgen ist, daß sie durch Zunge, Wange, Lippen und Speichel wieder entfernt werden können.

Rarisch et al. (1978) kamen aufgrund dieser Überlegungen und unter Berücksichtigung der Ästhetik zu einem etwas anderen Ergebnis. Sie versuchten, dieses Problem mit Hilfe des "Basiswinkels" zu lösen. Darunter verstehen sie den Winkel, den die Oralfläche des Zwischenglieds mit der des Kieferkamms bildet.

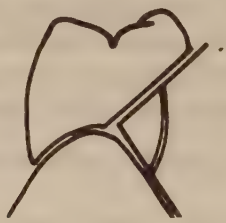


Abb. 1: Zwischengliedform nach Rarisch et al. Es ist der Basiswinkel zu erkennen.

Dieser ist abhängig von a) der Breite des Kieferkamms,
b) dem Abstand der Okklusalfläche zum Kieferkamm,
c) dem Abstand der Pfeilerzähne zueinander und
d) der Länge und Breite der Pfeiler.

Daraus folgerten sie, daß man bei bestimmten Konstellationen nicht umhin kommt, einen Teil des Kieferkamms abzudecken, damit ein großer Basiswinkel entsteht (Abb. 1). Dieser stellt

eine Voraussetzung für hygienisch günstige Verhältnisse dar. Demgegenüber konstatiert Stein (1966), daß Plaque und Speisereste auch in die kleinste Spalte Eingang finden.

Damit bleibt die Frage offen, welche Zwischengliedform die Speiseimpaktion verhindert.

2.3.3. Gestaltung des Interdentalraums

Um für die Papille genügend Platz zu haben, sollten die Anker bzw. die Zwischenglieder in okkluso-gingivaler Richtung unterhalb des Kontaktbereiches leicht konkav oder gerade, nicht jedoch konvex gestaltet werden, wie dies auch bei na-

Abb. 2: Anatomische Interdentalraumgestaltung bei natürlichen Zähnen.

türlichen Zähnen der Fall ist (Eissmann 1971, Schluger, Page, Youdelis 1977, Takei 1980, Lehner 1980). Dafür muß genügend Substanz im Approximalbereich während der Präparation entfernt werden, damit der Techniker die Rekonstruktion nicht überkonturieren muß (Jung 1975, Meyer 1975). Andernfalls wird die Papille abgedrängt, sie hypertrophiert entzündlich und verhindert damit jegliche Mundhygiene mit der Zahnbürste, da diese nicht mehr in den Interdentalraum eindringen kann.

Hirschberg (1972) schlägt vor, den Interdentalraum in der Vertikalen so zu gestalten, daß eine leicht entzündliche Schwellung der Papillen nicht zu deren Quetschung führt. Er fand, daß sogar bei Patienten mit optimaler Mundhygiene (Interdentalreinigung mit Zahnseide) eine leichte Vergröße-

rung der Papillen eintritt, die als Zeichen der Entzündung zu bewerten ist.

Der Winkel zwischen dem Anker und dem Zwischenglied sollte deshalb überall abgerundet sein, um eine Retention von Speiseresten nicht zu begünstigen.

2.3.4. Okklusale Breite des Zwischenglieds

Die transversale Ausdehnung der Zwischenglieder im Seitenzahngebiet ist umstritten. Herland (1962) und Wing (1962) fordern eine Reduktion derselben, um das Parodont der Pfeilerzähne nicht zu überlasten.

Stein (1966), Eissmann (1971) und Carranza (1979) fordern dagegen, die transversale Breite des früheren Zahnes beizubehalten, weil andernfalls daraus verstärkt Hygieneprobleme mit allen mikrobiell bedingten Folgen resultieren sollen. Ihrer Meinung nach begünstigt ein bucco-lingual reduziertes Zwischenglied genauso wie ein falsch stehender Zahn durch den geänderten Speisefluß während des Kauaktes die Entzündung und Hypertrophie der interdentalen Gingiva, weil durch Zungen- und Wangenaktion Speisebolus in den geschmälerten Zwischenraum hineingepreßt wird.

2.4. Ästhetik

In der täglichen Praxis des Zahnarztes spielt die Frage der Ästhetik eine nicht zu unterschätzende Rolle. Gerade bei der prothetischen Versorgung eines verlorengegangenen Zahnes muß häufig ein Kompromiß zwischen den ästhetischen Forderungen des Patienten und den hygienischen Gestaltungskriterien des Zahnarztes eingegangen werden, denn der Zahnersatz sollte vom Patienten akzeptiert werden können (Jung 1975).

Vom Zahnarzt sollte nicht versucht werden, die Natur zu kopieren, sondern er sollte funktionsgerechten Ersatz eingliedern, der den oben aufgeführten Kriterien genügt (Stein 1966).

Dabei gelten für das Seitenzahngebiet andere Bedingungen als für das Frontzahngebiet. Von frontal aus betrachtet ergibt sich eine perspektivisch bedingte Größenabnahme der Zähne von mesial nach distal. Auch wirkt sich nach distal hin die verstärkte Lichtabsorption der Wange aus (Boitel 1976).

Im Seitenzahngebiet sind daher Kompromisse möglich, die sich im Frontzahngebiet nachteilig für die Ästhetik des Zahnersatzes auswirken. Dies betrifft besonders die Größe der Zwischenglieder. So wird für die Gestaltung der Zwischenglieder im Seitenzahngebiet vor allem die Lachlinie herangezogen, da sie sowohl in distaler als auch in cervicaler Richtung den sichtbaren Bereich begrenzt.

Aus diesem Grunde ist es für die Herstellung eines Prämolaren- oder Molarenersatzes möglich, verstärkt die hygienischen als die ästhetischen Kriterien zu berücksichtigen.

2.5. Grundkonzepte der Zwischengliedgestaltung

Fünf verschiedene Grundkonzepte werden in der Literatur immer wieder erwähnt (Eissmann 1971, Stein 1966, Carranza 1979) (siehe Abb. 3):

1. Sattelförmige Auflage
2. Reduzierte sattelförmige Auflage
3. Punktförmige Auflage
4. Schwebeglied
5. Zwischenglied mit linearer Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung.

Einig sind sich viele Autoren, daß die benachbarten Papillen ausgespart werden sollen (Meyer 1975, Jung 1975, Eichner 1975, Ramfjord 1979, Rarisch 1978, Takei 1980).

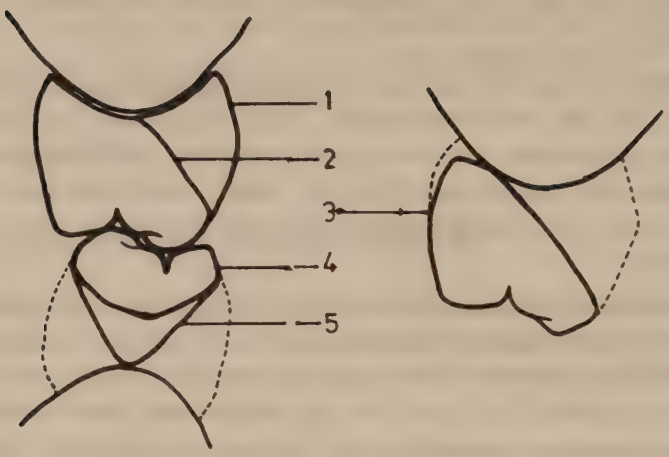


Abb. 3: Grundformen der Zwischengliedgestaltung im Seitenzahngebiet. Es ist die Bedeckung des Alveolarkamms zu erkennen.

ad 1: Die sattelförmige Auflage ist optimal bezüglich der Ästhetik und Phonation und entspricht dem Speisefluß, doch: "Diese aufliegende Fläche kann auf keinerlei Art gereinigt werden, weder physiologisch durch die Zunge und Wange, noch künstlich vermittelst der Bürste. Es setzt sich an ihr infolgedessen nach einiger Zeit eine Schicht übelriechenden Schlammes an, die zur Entzündung und Wucherung des Zahnfleisches führt ..." (Rumpel 1922) (auch Reichenbach 1931, Stein 1966)

ad 2: Die reduzierte sattelförmige Auflage wird heute von den meisten Autoren als möglicher Kompromiß zwischen Hygiene, Ästhetik, Funktion und Phonation gesehen (Eichner 1975, Meyer 1975, Rarisch 1978)

ad 3: Die punktförmige Auflage mit rundum konvexen Flächen, wie sie Stein (1966), Hirshberg (1972) und Freesmeyer und Gorus (1981) fordern, führt zu einer weiteren Verbesserung der Hygiene, da die Gefahr der Speiseimpaktion wesentlich verkleinert ist und der Interdental-

raum gut zugänglich für mechanische Hilfsmittel wird. Andererseits läßt sich die gewünschte ästhetische Qualität häufig nur durch vorbereitende parodontal-chirurgische Eingriffe erreichen.
Stein weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß die konvexen Bukkal- und Oralflächen zur Ableitung des Speisebreies erhalten werden müssen, weil es sonst zur Speiseimpaktierung unter dem Zwischenglied kommt.

ad 4: Das Schwebeglied wird von vielen, vor allem parodontologisch orientierten Autoren (Carranza 1979, Rateitschak 1978) als die einzig unproblematische Lösung bezüglich der Hygiene angesehen. Doch stellte Voss (1962) bei Schwebebrücken eine verstärkte Resorption der Alveolarkämme fest, was er auf eine ungenügende Abstützung von Zunge und Wange im Bereich des Zwischenglieds zurückführt, wodurch auch verstärkt Speisereste unter die Brücke gelangen, was wiederum zu Parafunktionen von Zunge und Wange führen kann, die zu einem Abbau des Kieferkammes beitragen.

ad 5: Das Zwischenglied mit einer linearen Auflage auf dem Kieferkamm in mesio-distaler Richtung, wie von Rumpel (1922), Reichenbach (1931), Schön (1949) beschrieben, stellt nach Stein (1966) und Eissmann (1971) eine "Speisefalle" dar, da durch die bukkale und orale Einziehung funktionstote Räume entstehen sollen, in die Zunge und Wange Speisereste hineindrücken, jedoch nicht wieder daraus entfernen können.

Aus diesen verschiedenen Formen des Brückenkörpers ist ersichtlich, daß unterschiedliche Ansichten zu ihrer Ausformung geführt haben. Da aber für die Erhaltung des Restgebisses und der Gesundheit der Schleimhaut die hygienischen Gestaltungskriterien den Vorrang haben, interessierte die Frage, welchen Einfluß die unterschiedlichen Formen des Brükkenkörpers auf die aktive und passive Mundhygiene haben. Genügen sie diesen Kriterien oder sind sie abzulehnen?

3. MATERIAL UND METHODE

3.1. Untersuchte Zwischenglieder

Folgende Zwischengliedformen wurden untersucht:

Typ 1: Ein Schwebeglied mit einem durchschnittlichen Abstand von 2 bis 2,5 mm zur Gingiva (Schärer 1980)

Abb. 4: Typ 1 aus bukkaler Ansicht und im Schnitt

Typ 2: Ein Schwebeglied, das zur Vermeidung einer Durchbiegung in der Mitte eine Verdickung aufweist, ansonsten aber dem Typ 1 entspricht (Klötzer 1960)

Abb. 5: Typ 2 aus bukkaler Ansicht und im Schnitt

Typ 3: Ein Zwischenglied mit linearer Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung und herzförmigem Querschnitt (Rumpel 1922, Reichenbach 1931, Schön 1949)

Abb. 6: Typ 3 aus bukkaler Ansicht und im Schnitt

Typ 4: Ein "anatomisches" Zwischenglied mit allseits konvexer Gestaltung in Anlehnung an Eissmann (1971), Hirschberg (1972) und Freesmeyer und Gorus (1981), wobei die Basis nach bukkal verschoben ist. Der durchschnittliche Abstand zur Gingiva beträgt 1,0 bis 1,5 mm.

Abb. 7: Typ 4 aus bukkaler Ansicht und im Schnitt

3.2. Versuchsdurchführung

Für die vorliegende klinische Untersuchung wurden an freiwilligen Versuchspersonen dreigliedrige Brücken zum Ersatz des verlorengegangenen Sechsjahrmolaren angefertigt und eingegliedert. Die Probanden waren sieben Zahnmedizinstudenten und acht Studenten anderer Fakultäten (13 Männer und zwei Frauen). Sie waren anamnestisch vollkommen gesund, ihre Ernährung bestand aus der normalen mitteleuropäischen Kost. Das Durchschnittsalter betrug 23 Jahre.

Vor Versuchsbeginn wurden die Probanden zwei Monate lang in jeweils vier bis fünf Sitzungen über Mundhygiene aufgeklärt und in der Zahnputzmethode nach Bass instruiert. Weitere Hilfsmittel wie Zahnseide, -hölzer und ähnliches wurde den Probanden untersagt, da vor allem die Frage nach der Zahnbürstenreinigung im Vordergrund der Untersuchung stand.

Nach Eingliedern der Brücken wurde vier Wochen gewartet, um eventuelle Präparations-, Abdrucks- und Zementierungstraumen abheilen zu lassen. Nach dieser Zeit erfolgten die ersten Messungen zur Bestimmung des Nullwerts für die Versuchsdurchführung.

Die Brückenpfeiler wurden im allgemeinen supragingival präpariert (Waerhaug 1953, Karlson 1970, Silness 1974). Wenn tiefe approximale Defekte vorlagen, wurden sie, soweit möglich, durch Gingivektomie freigelegt, um den Kronenrand wenigstens auf der Höhe der Gingiva enden zu lassen, was nach Valderhaug et al. (1976 und 1977) keinen allzu großen Unterschied zu einer supragingivalen Präparation bedeutet. Wiesen die marginale Gingiva oder die Mukosa des Kieferkamms eine ungünstige Form auf, so wurde diese durch Gingivektomie korrigiert.

Die Okklusalfläche bei sämtlichen Zwischengliedern wurde in vestibulo-oraler Richtung genauso breit wie der zu ersetzende Zahn gestaltet. Auch wurde eine vertikale Belastung der Pfeiler durch punktförmige Okklusionskontakte in habitueller Interkuspidation angestrebt und Latero-, Medio- und Protrusionsinterferenzen vermieden.

Für die Studie wurden zwei Gruppen gebildet:

a) Zwischenglieder mit einer Tragezeit von vier Wochen

Die erste Gruppe umfaßte 8 Probanden mit 10 Brücken, wobei 6 Brücken im Unterkiefer und 4 im Oberkiefer angefertigt wurden. Um die oben beschriebenen Arten von Brückenzwischengliedern bei demselben Probanden untersuchen zu können, wurde eine festsitzende Stegkonstruktion verwendet mit dazu genau passenden auswechselbaren Zwischengliedern unterschiedlicher Form.Die Zwischenglieder wurden von bukkal her auf den Steg geschoben und mit Hilfe einer kleinen Schraube von okklusal fixiert. Dadurch konnten die Zwischenglieder gewechselt werden, ohne die Brücke ständig abnehmen und neu zementieren zu müssen. So konnte eine erneute Reizung des Parodonts und des Zahnes vermieden werden. Jedes Zwischenglied wurde jeweils vier Wochen getragen und die entsprechenden Tests zur Bestimmung der Veränderungen an der marginalen Gingiva und der Kieferkammukosa durchgeführt. Nach jeder Versuchsreihe wurden die Pfeilerzähne und der Steg einer professionellen Zahnreinigung unterzogen und für acht Tage kein Zwischenglied eingegliedert, um wieder standardisierte Ausgangsbedingungen zu schaffen. Nach Eichner (1975) genügt dieser Zeitraum, um wieder gesunde Parodontalverhältnisse herzustellen.

Die Brücken wurden aus Palliag (Fa. Degussa) angefertigt. das nach Eichner (1975) als gewebsverträglich angesehen werden kann, und provisorisch mit Temp Bond eingegliedert.

Als Kontrollzahn wurde bei allen Tests der erste obere Schneidezahn der betroffenen Kieferhälfte gewählt.

b) Zwischenglieder mit einer Tragezeit von fünf bis sechs Monaten

Die Langzeitversuchsgruppe umfaßte sieben Probanden. Es trugen vier Patienten vier Schwebebrücken (Typ 1) und drei Patienten insgesamt vier Brücken mit einem anatomischen Zwischenglied (Typ 4) über einen Zeitraum von fünf bis

sechs Monaten. Alle Brücken wurden provisorisch mit Temp Bond eingesetzt. Die Brücken vom Typ 1 sowie eine Brücke vom Typ 4 wurden aus Gold, die restlichen anatomischen Zwischenglieder aus Metallkeramik hergestellt. Als Kontrollzahn diente wieder der erste obere Schneidezahn der betroffenen Kieferhälfte. In dieser Gruppe wurden jeweils vier Messungen in sechswöchigem Abstand durchgeführt. Es ist anzunehmen, daß nur in einem Langzeitversuch eindeutige Aussagen über die Reaktion des zahnlosen Alveolarkamms auf die geänderte funktionelle Belastung gemacht werden können, da das Tegument zwar in kurzer Zeit mit hyperämischen Entzündungen zu reagieren vermag, jedoch nicht mit einer fibrösen Proliferation.

Abb. 8: Ansicht einer Brücke ohne Zwischenglied. Deutlich zu erkennen ist die supragingivale Präparationsgrenze

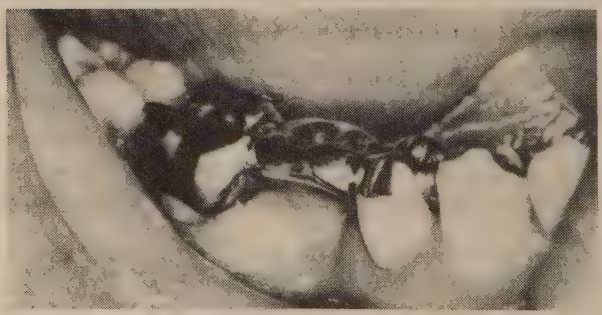


Abb. 9: Brücke mit Schwebeglied (Typ 1)

Abb. 10: Brücke mit verdicktem Schwebeglied (Typ 2)

Abb. 11: Brücke mit linearer Auflage in mesio-distaler Richtung auf dem Kamm. Deutlich zu erkennen ist die Nischenbildung in bukko-lingualer Richtung (Typ 3)

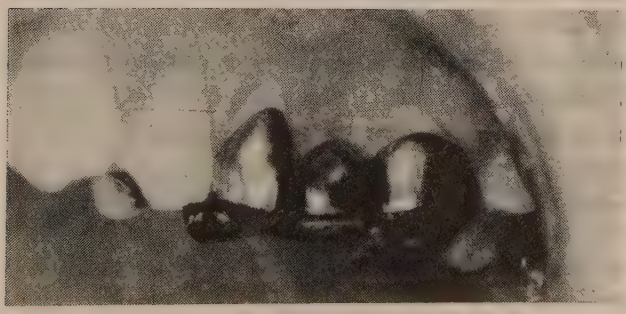


Abb. 12: Brücke mit anatomischem Zwischenglied, das bukkal die Form des ersetzten Zahnes nachahmt (Typ 4)

3.3. Untersuchte Parameter während der Tragezeit

Zur Bewertung der Veränderungen durch die verschiedenen Zwischenglieder wurden folgende Parameter kontrolliert:

- Plaque-Index nach Quigley Hein
- Sondierungstiefe
- Sulcusfluid-flow-rate
- Papillenblutungsindex
- Anfärbbarkeit der Gingiva durch 1 % Lugolsche Lösung
- Plaqueretentionskapazität
- Subjektive Einschätzung durch die Patienten
- Photographische Dokumentation und Auswertung

Bei allen Parametern gilt, daß sie nur für einen Untersucher als konstant angesehen werden können. Nur wenn ein Training über eine längere Zeit (1/2 bis 1 Jahr) erfolgte, können die Werte als übertragbar angesehen werden (Alexander et al. 1971, Robinson et al. 1980).

1. Plaque-Index (PI) nach Quigley Hein (Mühlemann 1976)

   Er wurde an den mit Red Cote (Erythrosin, Fa. Butler) eingefärbten Buccal-, Oral-, Mesial- und Distalflächen der entsprechenden Zähne bestimmt. Die Beurteilung wurde mit Hilfe der folgenden Bewertungsgrade vorgenommen:

   0 - absolut keine Plaque
   1 - vereinzelt Plaque-Inseln
   2 - deutliche Plaquelinie entlang größerer Strecken des marginalen Zahnfleischrandes
   3 - Plaque bis ins cervicale Kronendrittel
   4 - Plaque bis ins mittlere Kronendrittel
   5 - Plaque bis ins okklusale Kronendrittel

2. Sondierungstiefe (ST) (probing depth)

   Die Sondierungstiefe wurde mit einer Michigan-"O"-Probe gemessen. Nach Armitage et al. (1977) und Sivertson et al.

(1976) wird beim Einbringen einer Sonde in den Sulcus nicht die tatsächliche Taschentiefe gemessen, sondern die Sonde durchstößt den Ansatz des inneren Saumepithels. Je nach Gesundheitszustand der Gingiva, d.h. der Straffheit der dento-gingivalen Fasern und des darunterliegenden Bindegewebes, kommt die Sondenspitze intraepithelial oder schon im Bindegewebe zu liegen.
Die Messungen wurden mesial, distal, bukkal und oral durchgeführt und in mm angegeben.

3. Sulcusfluid-flow-rate (SFFR)

Die Sulcusfluid-flow-rate basiert auf der Beobachtung, daß bei ansteigender Entzündung der Gingiva auch die Exsudation in den Sulcus zunimmt.
Es wurde nach der intrasulculären Methode (Schareyka 1978, Topoll et al. 1980) vorgegangen, bei der ein Filterpapierstreifen (8 x 2 mm) parallel zur Zahnachse so tief in den Sulcus geführt wird, bis ein leichter Widerstand zu spüren ist, und für 3 Min. dort belassen. Die dafür nötige Trockenlegung des Arbeitsgebietes wurde mit Parotiswatterollen und dem Svedopter (Fa. Svedia) durchgeführt.
Der mit dem Exsudat angefeuchtete Papierstreifen wird mit einer 0,2 % alkoholischen Ninhydrinlösung unter Wärmeeinwirkung angefärbt. Die Reduktion des Ninhydrins ist spezifisch für Aminogruppen, also auch Proteine, und ergibt eine violette Färbung. Die Länge des angefärbten Streifens wird mit einer Meßlupe in 1/10 mm bestimmt.

4. Papillenblutungs-Index (PBI) nach Mühlemann (1978)

Der PBI beruht auf der Beobachtung, daß sich die gingivale Gesundheit im Blutungsverhalten des Zahnfleisches bei Sondierung widerspiegelt. Es konnte von Appelgren et al. (1979) gezeigt werden, daß ein direkter Zusammenhang zwischen einer histologisch manifesten Gingivitis und dem Blutungsverhalten besteht.

Der Sulcus gingivae wird mit einer stumpfen Parodontalsonde in Richtung auf die Papillenspitze und den Interdentalcol ausgewischt und die nach 30 sec. auftretende Blutung wurde distobukkal und -lingual und mesiobukkal und -lingual notiert.

Blutungsgrade:

0 - kein Blut
1 - ein vereinzelter minimaler Blutpunkt
2 - Auftreten verschiedener isolierter Blutpunkte oder eines einzelnen Blutfleckes oder Blutlinie
3 - das interdentale Dreieck füllt sich kurz nach der Sondierung mit Blut
4 - diffuse Blutung beim Sondieren, Blut fließt sofort in den marginalen Sulcus

5. Anfärbbarkeit der Gingiva durch 1 % Lugolsche Lösung nach Fasske und Morgenroth (1958) und Wespi (1961)

Treten entzündliche Vorgänge in der unverschieblichen Mukosa auf, so färbt sie sich nach Auftragen der Lösung braun, während die gesunde Schleimhaut ungefärbt bleibt. Mit dieser Methode sind Hypertrophien und granulomatös-entzündliche Prozesse nachweisbar, ohne daß Biopsien entnommen werden müssen.
Zur Bestimmung wurde das Zwischenglied herausgenommen und der fragliche Bereich mit einem in 1 % alkoholischer Lugolscher Lösung getränkten Wattepellet bestrichen. Die visuelle Beurteilung erfolgte in 4 Graden (Freesmeyer und Gorus 1981):

0 - keine Verfärbung
1 - geringgradige Verfärbung
2 - starke Verfärbung im Bereich der Auflage
3 - starke Verfärbung, über den Bereich der Auflage hinausgehend

6. Plaqueretention unter dem Zwischenglied

Die Plaqueretention unter dem Zwischenglied wurde nach Herausnahme des abnehmbaren Teils aus dem Mund visuell beurteilt und nach 4 Graden eingeteilt:

0 - kein Plaqueansatz
1 - einzelne Plaque-Inseln
2 - mittlerer Plaqueansatz, durchgehende Linie
3 - starke Plaqueretention, die Approximalräume und Nischen vollständig ausgefüllt

7. Subjektive Einschätzung durch die Patienten

8. Photographische Dokumentation und Auswertung des Endbefundes

Soweit die Ergebnisse es zuließen, erfolgte eine statistische Auswertung mit Hilfe der Varianzanalyse und des T-Tests.

4. ERGEBNISSE

4.1. Versuchsteil 1 (Zwischenglieder mit einer Tragezeit von vier Wochen)

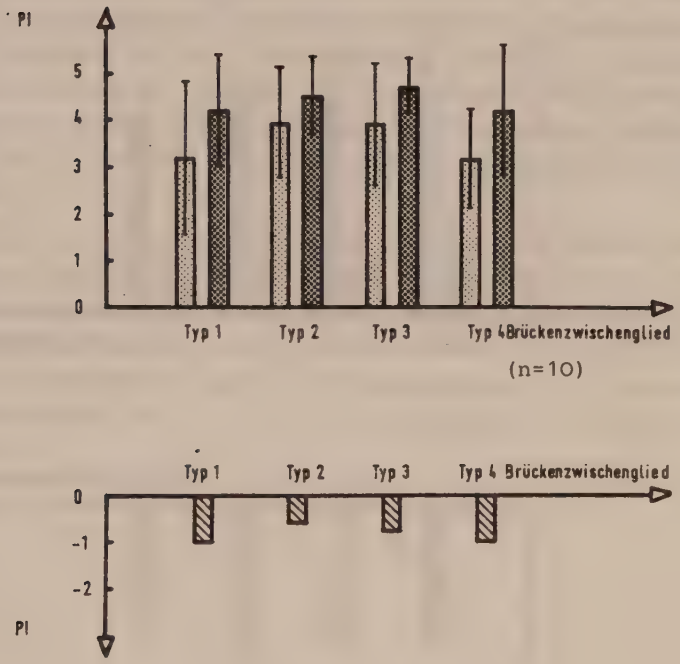
4.1.1. Plaqueindex (PI)

In allen Fällen verschlechterte sich der PI bei den den Brückenzwischengliedern zugewandten Flächen der Ankerzähne vom Anfangsbefund, der zu Beginn der vierwöchigen Versuchsperiode ohne aufgeschraubtes Zwischenglied aufgenommen wurde, zum Endbefund zwischen 0,6 und 1.0° PI.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Zwischengliedern sind minimal: das Schwebeglied und das anatomische Zwischenglied zeigten eine Verschlechterung um 1,0° PI vom Anfangs- zum Endbefund, das Zwischenglied mit einer linearen Auflage auf dem Kieferkamm in mesio-distaler Richtung um 0,9° PI, und das verdickte Schwebeglied verschlechterte sich um 0,6° PI.

Vergleicht man den PI der Kontrollzähne (Durchschnittswert aus Anfangs- und Endwert) zu den Endwerten der verschiedenen Zwischenglieder, so ergibt sich ein ähnliches Bild: das verdickte Schwebeglied und das anatomische Zwischenglied hatten eine etwas geringere Verschlechterung um 2,9° PI, das Schwebeglied 3,0° PI und das Zwischenglied mit einer linearen Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung 3,5° PI. Die Absolutwerte der Kontrollzähne sind wesentlich niedriger als die Anfangswerte des Brückeninterdentalraums, weil die Frontzähne besser gereinigt werden können.

Anfangswert des PI im Brückeninterdentalraum
Endwert des PI im Brückeninterdentalraum



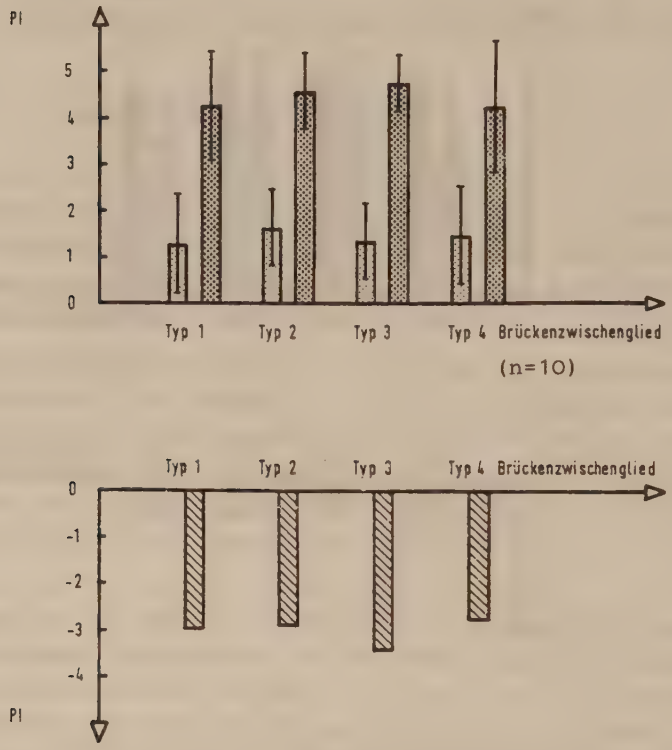
Differenz zwischen Anfangs- und Endwert
≙ Verschlechterung des PI im Brückeninterdentalraum

Abb. 13: Plaqueindex (PI) nach Quigley Hein

Obere Graphik: Änderung des PI im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder während 4-wöchiger Tragezeit (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den Differenzen zwischen Anfangs- und Endwert ist zu ersehen, daß alle eingegliederten Zwischenglieder zu einer Verschlechterung der hygienischen Bedingungen führen. Typ 2 beeinflußt diesen Wert am geringsten.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

Durchschnittswert aus Anfangs- und Endwert des PI am Kontrollzahn

Endwert des PI im Brückeninterdentalraum



Differenz dieser Werte

Abb. 14: Plaqueindex (PI) nach Quigley Hein

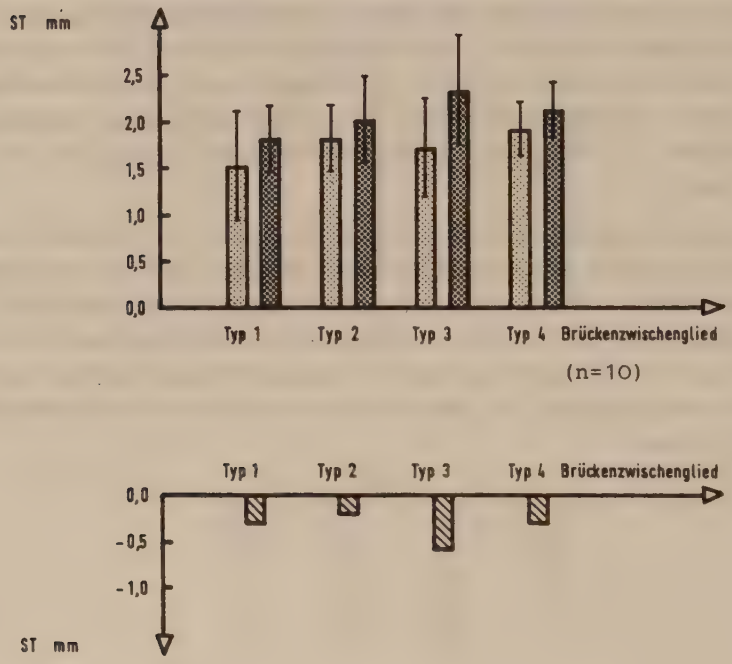
Obere Graphik: Vergleich der Durchschnittswerte des PI aus Anfangs- und Endwert des Kontrollzahnes mit den Endwerten des PI im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den gebildeten Differenzen ist ersichtlich, wie groß die Beeinträchtigung der hygienischen Bedingungen durch das Eingliedern der unterschiedlichen Zwischengliederformen wird.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

4.1.2. Sondierungstiefe (ST)

Auch hier ist eine deutliche Zunahme der Sondierungstiefe mesial und distal des Zwischengliedes vom Ausgangs- zum Endwert wie auch vom Kontrollzahn zu den Meßwerten am Zwischenglied zu verzeichnen. Die größte Verschlechterung ergab sich beim Zwischenglied mit strichförmiger Auflage in mesio-distaler Richtung mit 0,7 mm, geringgradigere Verschlechterungen beim Schwebeglied mit 0,3 mm, beim verdickten Schwebeglied mit 0,2 mm und beim anatomischen Zwischenglied mit 0,2 mm.

Gegenüber einem Durchschnitt aus Anfangs- und Endwert des Kontrollzahnes ergab sich für die Endwerte der Brücken folgende Differenz: die relative Sondierungstiefe nahm beim Schwebeglied um 0,5 mm zu, beim verdickten Schwebeglied um 0,5 mm, beim Zwischenglied mit strichförmiger Auflage auf den Kieferkamm um 0,7 mm und beim anatomischen Zwischenglied um 0,5 mm.

▩ Anfangswert der ST im Brückeninterdentalraum
▩ Endwert der ST im Brückeninterdentalraum



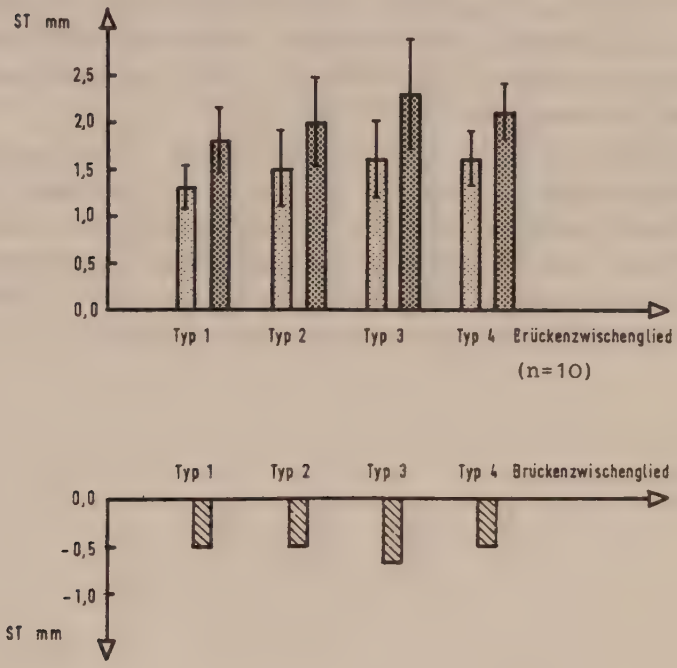
▨ Differenz zwischen Anfangs- und Endwert
≙ Verschlechterung der ST im Brückeninterdentalraum

Abb. 15: Sondierungstiefe (ST)

Obere Graphik: Änderung der ST im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder während 4-wöchiger Tragezeit (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den Differenzen zwischen Anfangs- und Endwert ist zu ersehen, daß Typ 3 zu einer größeren Vertiefung des Sulcus gingivae führt als die anderen Typen.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

Durchschnittswert aus Anfangs- und Endwert der ST am Kontrollzahn

Endwert der ST im Brückeninterdentalraum



Differenz dieser Werte

Abb. 16: Sondierungstiefe (ST)

Obere Graphik: Vergleich der Durchschnittswerte der ST aus Anfangs- und Endwert des Kontrollzahnes mit den Endwerten des PI im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den gebildeten Differenzen ist ersichtlich, daß die hygienischen Bedingungen bei Typ 3 am stärksten beeinträchtigt werden.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

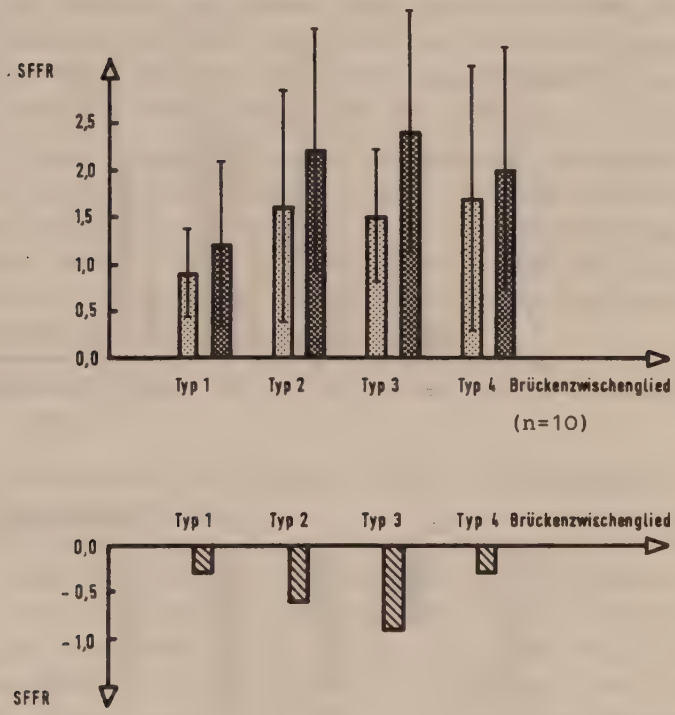
4.1.3. Sulcusfluid-flow-rate (SFFR)

Die SFFR verschlechterte sich mesial und distal der Zwischenglieder vom Anfangs- zum Endwert beim Schwebeglied um $0,2^{\circ}$ SFFR, beim verdickten Schwebeglied um $0,5^{\circ}$ SFFR, beim Zwischenglied mit strichförmiger Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung um $0,9^{\circ}$ SFFR und beim anatomischen Zwischenglied um $0,3^{\circ}$ SFFR.

Eine ähnliche Verteilung zeigt sich auch in den Werten gegenüber einem Durchschnitt aus Anfangs- zu Endwert beim anterioren Kontrollzahn: eine Verschlechterung bei der Schwebebrücke um $0,8^{\circ}$ SFFR, bei der verdickten Schwebebrücke um $1,5^{\circ}$ SFFR, beim Zwischenglied mit Auflage um $1,7^{\circ}$ SFFR und beim anatomischen Zwischenglied um $1,4^{\circ}$ SFFR.

Anfangswert der SFFR im Brückeninterdentalraum

Endwert der SFFR im Brückeninterdentalraum



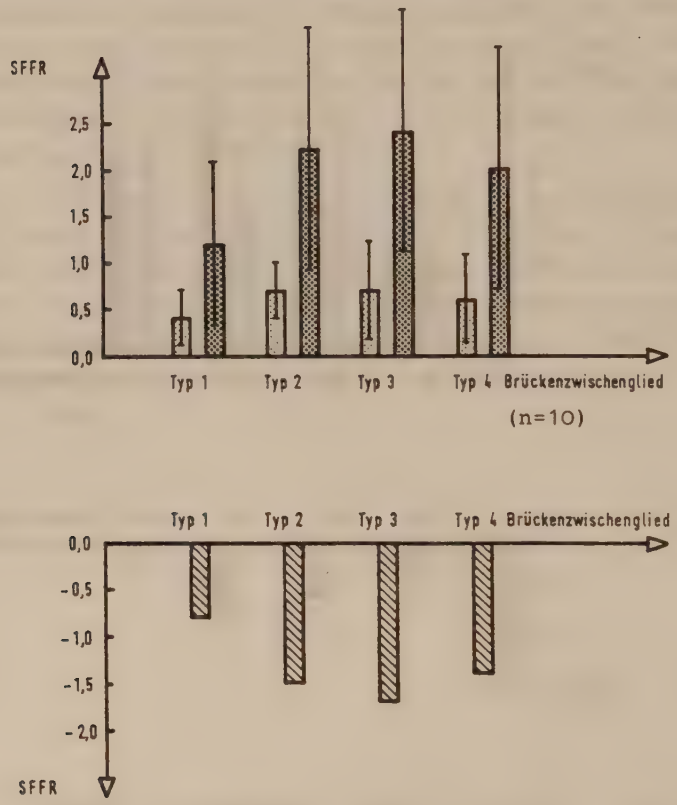
Differenz zwischen Anfangs- und Endwert
≙ Verschlechterung der SFFR im Brückeninterdentalraum

Abb. 17: Sulcusfluid-flow-rate (SFFR)

Obere Graphik: Änderung der SFFR im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder während 4-wöchiger Tragezeit (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den Differenzen zwischen Anfangs- und Endwert ist zu ersehen, daß Typ 3 zu einer größeren Verschlechterung der hygienischen Bedingungen führt als die anderen Typen.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

Durchschnittswert aus Anfangs- und Endwert der SFFR am Kontrollzahn

Endwert der SFFR im Brückeninterdentalraum



Differenz dieser Werte

Abb. 18: Sulcusfluid-flow-rate (SFFR)

Obere Graphik: Vergleich der Durchschnittswerte der SFFR aus Anfangs- und Endwert des Kontrollzahns mit den Endwerten der SFFR im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7). Untere Graphik: Aus den gebildeten Differenzen ist ersichtlich, daß die hygienischen Bedingungen bei Typ 3 am stärksten beeinträchtigt werden. Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

4.1.4. Papillenblutungsindex (PBI)

Der PBI verschlechterte sich mesial und distal der Zwischenglieder vom Anfangs- zum Endwert bei den beiden Formen der Schwebebrücke um 0,5° PBI, beim Zwischenglied mit linearer Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung um 0,7° PBI und beim anatomischen Zwischenglied um 0,4° PBI.

Gegenüber einem Durchschnittswert aus Anfangs- zu Endmessung am anterioren Kontrollzahn ergibt sich eine Verschlechterung bei der Schwebebrücke um 1,4° PBI, beim verdickten Schwebeglied um 1,5° PBI, beim Zwischenglied mit Auflage in mesio-distaler Richtung um 1,6° PBI und beim anatomischen Zwischenglied um 1,5° PBI.

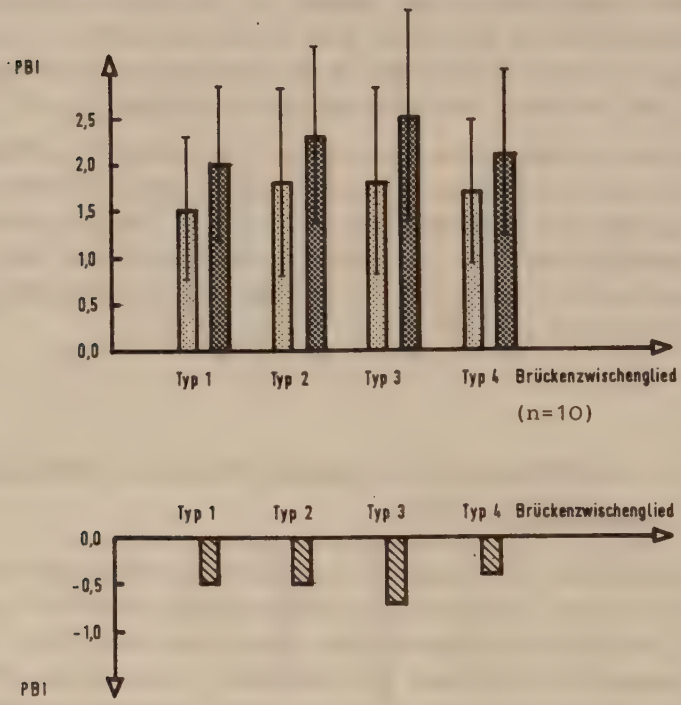
4.1.5. Anfärbbarkeit der Gingiva durch 1 % alkoholische Lugolsche Lösung

Nur bei 4 der 10 Brücken mit strichförmig dem Kieferkamm in mesio-distaler Richtung aufliegendem Zwischenglied konnte eine leichte Braunfärbung der Gingiva im Bereich der Auflage festgestellt werden, was dem Grad 1 entspricht. Bei den anderen Zwischengliedern zeigte sich keinerlei Veränderung. Auch konnte nirgends eine Ulzeration oder Hypertrophie der Schleimhaut festgestellt werden.

4.1.6. Plaqueretention unter dem Zwischenglied

Bei den beiden Typen der Schwebebrücken waren die Durchschnittswerte mit 0,9 Grad Plaqueretention beim Typ 1 und 1,0 Grad beim Typ 2 fast gleich. Bei beiden fand sich die Plaque vor allem auf die Interdentalräume der Brücken beschränkt und nur vereinzelt über die gesamte Unterseite der Brücke verstreut. Eine wesentlich stärkere Plaque-Akkumulation von 2,4 Grad wiesen die Zwischenglieder mit strichför-

Anfangswert des PBI im Brückeninterdentalraum
Endwert des PBI im Brückeninterdentalraum



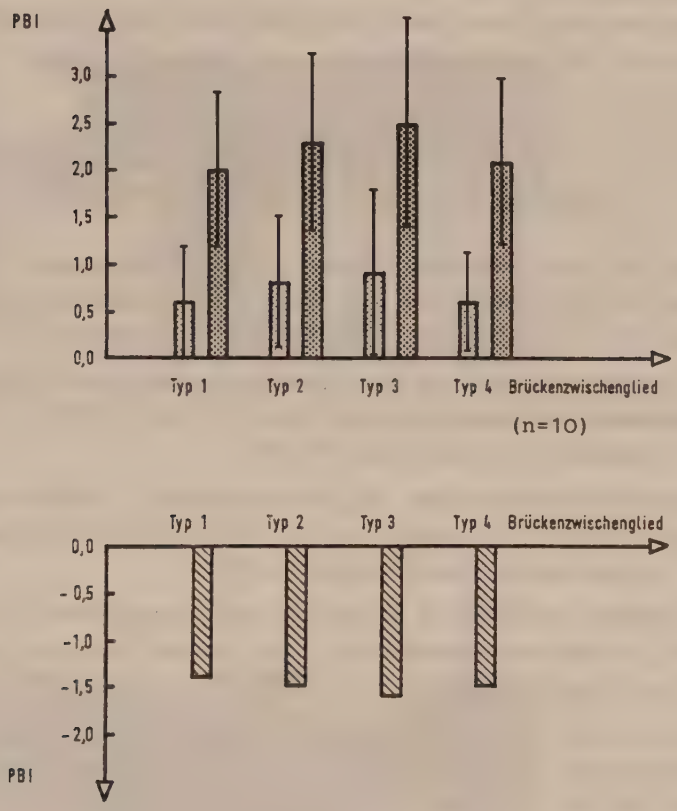
Differenz zwischen Anfangs- und Endwert
≙ Verschlechterung des PBI im Brückeninterdentalraum

Abb. 19: Papillenblutungsindex (PBI)

Obere Graphik: Änderung des PBI im Interdentalraum der Brückenzwischenglieder während 4-wöchiger Tragezeit (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den Differenzen zwischen Anfangs- und Endwert ist zu ersehen, daß alle eingegliederten Zwischenglieder zu einer Verschlechterung der hygienischen Bedingungen führen. Typ 3 beeinflußt diesen Wert am stärksten.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

Durchschnittswert aus Anfangs- und Endwert des PBI am Kontrollzahn

Endwert des PBI im Brückeninterdentalraum



Differenz dieser Werte

Abb. 20: Papillenblutungsindex (PBI)

Obere Graphik: Vergleich der Durchschnittswerte des PBI aus Anfangs- und Endwert des Kontrollzahns mit den Endwerten des PBI im Interdentalraum der Brükkenzwischenglieder (Typ 1-4 siehe Abb. 4-7).
Untere Graphik: Aus den gebildeten Differenzen ist ersichtlich, daß die hygienischen Bedingungen bei Typ 3 am stärksten beeinträchtigt werden.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

miger Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung auf. Hier waren die Oralseiten und die Interdentalräume die Stellen mit größter Verschmutzung. Mit 1,8 Grad Plaqueretention liegt das anatomische Zwischenglied zwischen den beiden anderen Typen. Auch hier fand sich die Plaque vor allem auf den Oralflächen.

4.1.7. Subjektive Einschätzung durch die Patienten

Die Kritik der Probanden betraf bei einer spontanen Antwort stets die Speiseretention und erst auf weiteres Befragen äußerten sie sich zur Möglichkeit der Reinigung.

3 der Patienten hielten die Schwebeglieder Typ 1 oder 2 für die besseren im Vergleich zu 3 oder 4, weil sich bei diesen keine Speisereste festsetzen würden.

3 Testpersonen empfanden das Zwischenglied 1 genauso angenehm wie den Typ 4, wobei sie bei beiden keine Probleme mit sich festsetzenden Speiseresten hatten.

2 Probanden schließlich schätzten das anatomische Zwischenglied als das angenehmste ein, weil es die Zunge am wenigsten zum Spielen reizte.

Auf die Frage, wie gut sich die einzelnen Zwischenglieder sauber halten ließen, antworteten die Probanden übereinstimmend, daß der Typ 1 und 2 kein Problem für eine Reinigung mit der Zahnbürste darstelle. 2 der 8 Probanden empfanden den Typ 3 als genauso schwer sauberzuhalten wie den Typ 4.

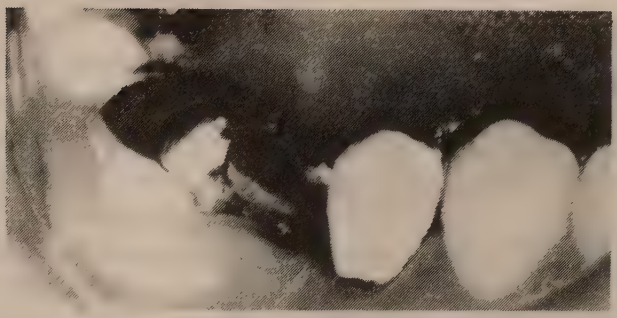


Abb. 21: Plaqueansammlung unter einem Schwebeglied (Typ 1). Sie setzt sich vor allem in den Interdentalräumen fest

Abb. 22: Typ 2 nach 4-wöchiger Tragezeit

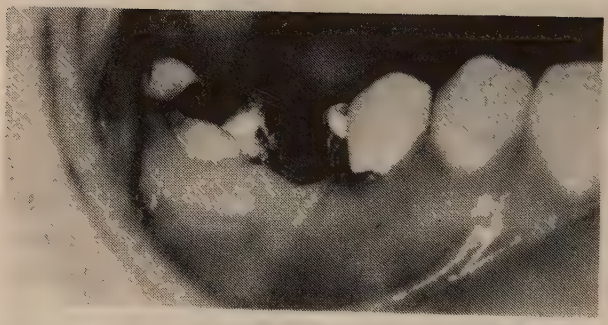


Abb. 23: Typ 3 nach 4-wöchiger Tragezeit

Abb. 24: Typ 4 nach 4-wöchiger Tragezeit

4.2. Versuchsteil 2 (Zwischenglieder mit einer Tragezeit von fünf bis sechs Monaten)

4.2.1. Plaqueindex (PI)

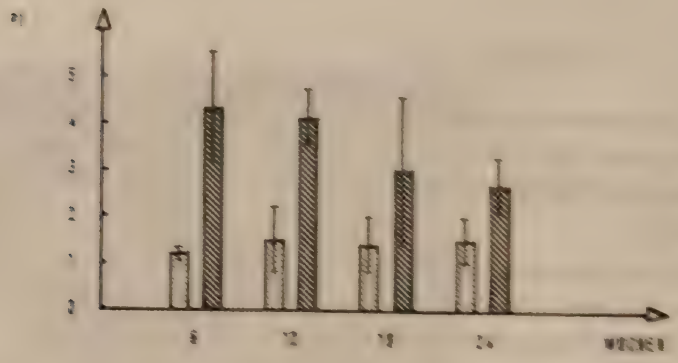
Im Gegensatz zu dem vorhergehenden Versuchsteil trugen die Probanden hier über einen Zeitraum von einam halben Jahr dasselbe Zwischenglied, an dem vier Messungen durchgeführt wurden.

Bei den Schwebegliedern verbesserten sich die Plaquewerte des Brückeninterdentalraums von durchschnittlich 4,3° auf 2,7° PI, während die Werte für die Kontrollzähne fast konstant blieben. Durch die laufende Untersuchung wurden die Probanden zu einer Mundhygiene an der Brücke motiviert. Dagegen blieben die Werte für das anatomische Zwischenglied deutlich niedriger (2,5; 2,5; 2,0; 2,1° PI) wie auch die Kontrollzähne einen wesentlich besseren Plaqueindex aufwiesen (zwischen 0,5° und 0,6° PI) (Abb. 25).

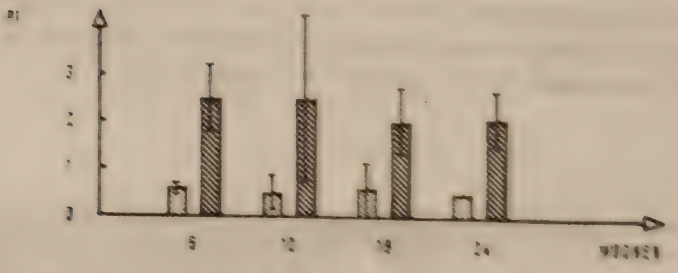
4.2.2. Sondierungstiefe (ST)

Bei den Schwebegliedern wie auch bei den anatomischen Zwischengliedern bewegte sich die Sondierungstiefe zwischen 1,9 und 2,5 mm. Eine ähnliche Schwankung zeigte sich auch bei den Kontrollzähnen (1,2 bis 1,6 mm) (Abb. 26).

PI des Kontrollzahns
PI des Brückeninterdentalraums



Schwebeglied (Typ 1) (n=4)



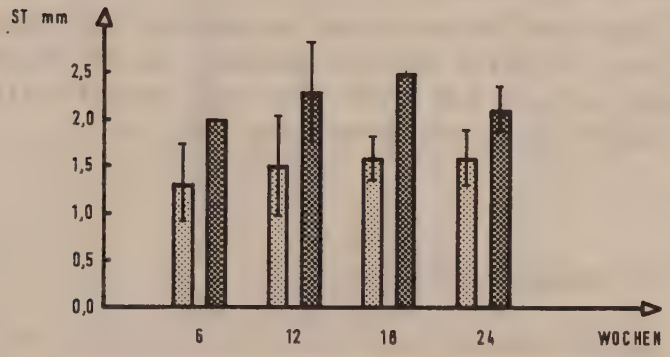
anatomisches Zwischenglied (Typ 4) (n=4)

Abb. 25: Plaqueindex (PI)

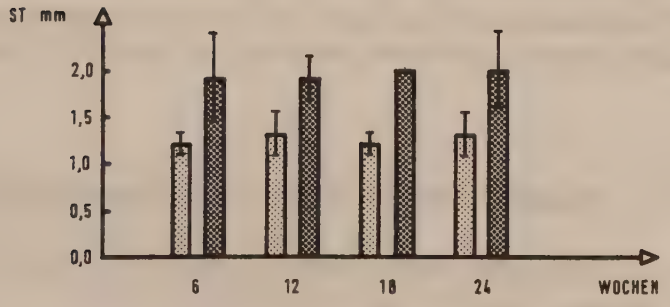
Veränderungen des PI am Kontrollzahn und im Brückeninterdentalraum (obere Graphik Typ 1, untere Graphik Typ 4) während einer Tragezeit von 24 Wochen. Die Veränderungen bei Typ 4 sind geringer als bei Typ 1, was sich auch in den Werten der Kontrollzähne widerspiegelt.

Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

ST des Kontrollzahns
ST des Brückeninterdentalraums



Schwebeglied (Typ 1) (n=4)



anatomisches Zwischenglied (Typ 4) (n=4)

Abb. 26: Sondierungstiefe (ST)

Veränderungen der ST am Kontrollzahn und im Brückeninterdentalraum während einer Tragezeit von 24 Wochen. (Obere Graphik Typ 1, untere Graphik Typ 4) Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

4.2.3. Sulcusfluid-flow-rate

Durch ein technisches Versehen konnte die jeweils vierte Messung nicht ausgewertet werden.

Auch hier waren die Werte der anatomischen Zwischenglieder (1,4 bis 1,9° SFFR) deutlich niedriger als die der Schwebeglieder (2,0 bis 2,7° SFFR). Ähnliches spiegelte sich in den Werten der Kontrollzähne wider (Abb. 27).

4.2.4. Papillenblutungsindex

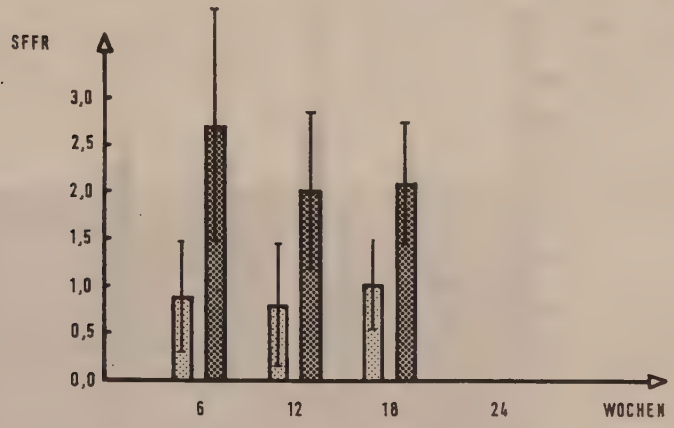
Der Papillenblutungsindex zeigte wiederum deutliche Unterschiede zwischen den beiden Modifikationen; beim Schwebeglied betrug er durchschnittlich 2,o° PBI, bei dem anatomischen Zwischenglied 0,9° PBI. Die Kontrollzähne sowohl bei den Schwebegliedern wie auch bei den anatomischen Zwischengliedern hatten einen PBI zwischen 0,5 und 0,9° (Abb. 28).

4.2.5. Schleimhautbefund unter den Zwischengliedern

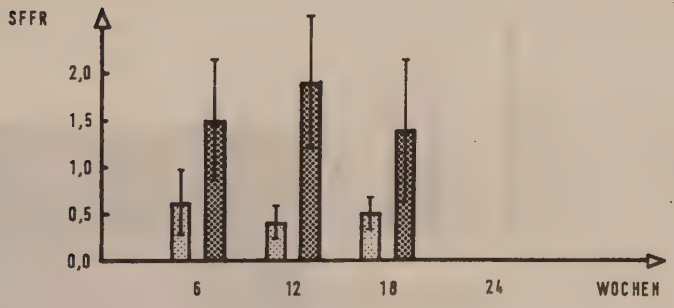
Bei den Schwebegliedern ergab sich innerhalb des halben Jahres keine Änderung des Schleimhautbefundes.

Bei einem der anatomischen Zwischenglieder verkleinerte sich der 1,0 bis 1,5 mm große Spalt zwischen der Unterseite des Zwischenglieds und der Schleimhaut. Bei zwei weiteren Zwischengliedern verschloß eine fibröse Proliferation den Spalt. Beim vierten Zwischenglied kam zu einer fibrösen Proliferation noch eine deutliche Rötung am Berührungspunkt des Zwischengliedes mit der Alveolarkammukosa hinzu.

SFFR des Kontrollzahns
SFFR des Brückeninterdentalraums



Schwebeglied (Typ 1) (n=4)



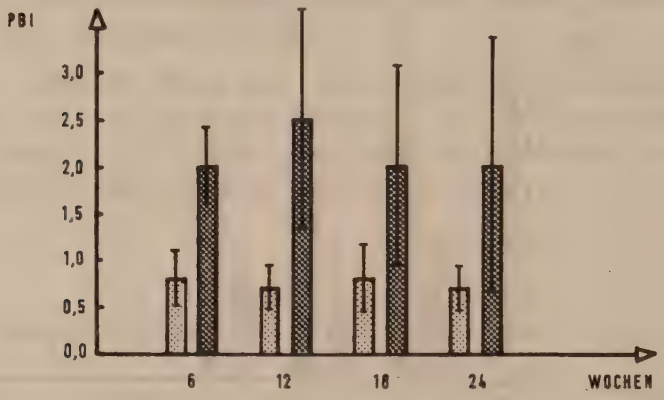
anatomisches Zwischenglied (Typ 4) (n=4)

Abb. 27: Sulcusfluid-flow-rate (SFFR)

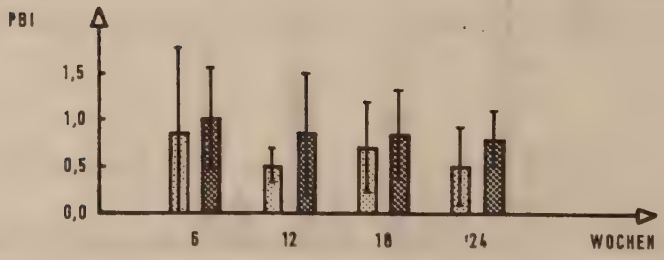
Veränderungen der SFFR am Kontrollzahn während einer Tragezeit von 24 Wochen (obere Graphik Typ 1, untere Graphik Typ 4). Die Veränderungen bei Typ 4 sind geringer als bei Typ 1.

Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

PBI des Kontrollzahns
PBI des Brückeninterdentalraums



Schwebeglied (Typ 1) (n=4)



anatomisches Zwischenglied (Typ 4) (n=4)

Abb. 28: Papillenblutungsindex (PBI)

Veränderungen des PBI am Kontrollzahn und im Brückeninterdentalraum während einer Tragezeit von 24 Wochen (obere Graphik Typ 1, untere Graphik Typ 4). Die Veränderungen bei Typ 4 sind geringer als bei Typ 1.
Darstellung der Mittelwerte mit Standardabweichung.

Das anatomische Zwischenglied (Typ 4), das beim Eingliedern einen Spalt von 1 mm aufweist.

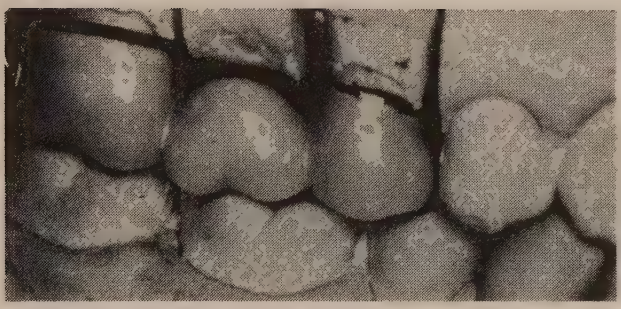


Abb. 29: Ansicht von bukkal

Abb. 30: Schnitt in bukko-palatinaler Richtung

Dasselbe Zwischenglied nach einer Tragezeit von einem halben Jahr; der Spalt ist durch eine fibröse Proliferation verschlossen.

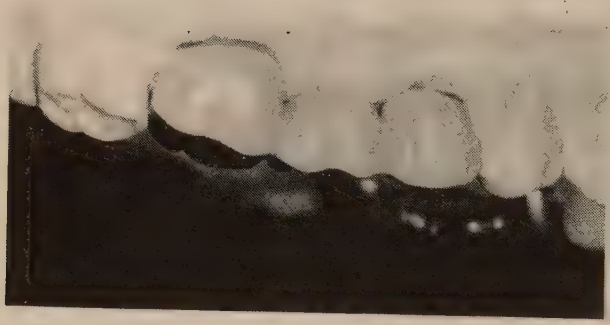


Abb. 31: Ansicht von bukkal

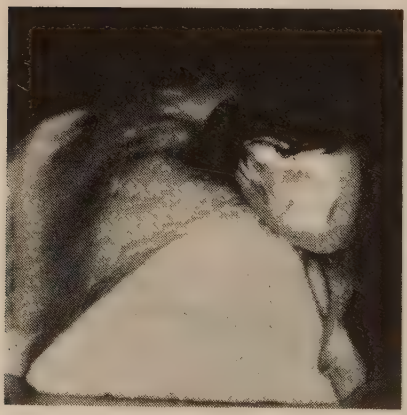


Abb. 32: Schnitt in bukko-palatinaler Richtung

5. DISKUSSION

Die Untersuchung hatte zum Ziel, durch eine klinische Erprobung verschiedener Formen von Brückenzwischengliedern festzustellen, welches Zwischenglied bei der alleinigen Reinigung mit der Zahnbürste am besten sauber zu halten ist.

5.1. Diskussion der Methode

Stein (1966) und Ferger et al. (1979) veränderten die von ihnen verwendeten Brücken durch Beschleifen, doch mußten dazu die Brücken abgenommen werden. So konnte kein neuer Ausgangswert für die folgende Modifikation gemessen werden. Durch die von uns verwendete Konstruktion konnte dieses Problem umgangen werden, doch stellt andererseits die geschiebeartige Verbindung zwischen Steg und Zwischenglied eine zusätzliche Plaqueretentionsstelle dar.

Da wir glaubten, daß eine wesentlich bessere Interdentalraumhygiene durchzuführen sei, benutzten wir nicht den Plaque-Index nach Silness Loe, der auch die Dicke der Plaque miteinbezieht. Deshalb kamen fast alle unserer Probanden nahe an die Obergrenze des von uns verwendeten Plaque-Index nach Quigley Hein, was die Genauigkeit der Messung möglicherweise beeinträchtigt.

5.2. Diskussion der Ergebnisse

Versuchsteil 1 (Zwischenglieder mit einer Tragezeit von je vier Wochen) bestätigt die allgemein anerkannte Meinung, daß die Mundhygiene der wichtigste Faktor zur Erreichung und Erhaltung der dentalen Gesundheit ist. Durch das Einsetzen der verschiedenen Zwischenglieder verschlechterten

sich stets sämtliche Indices (Plaque, Sondierungstiefe, SFFR, PBI).

Auch fällt hier auf, daß die Ausgangswerte des Brückeninterdentalraums über die gesamte Untersuchung hinweg kontinuierlich anstiegen. Das Eingliedern der Brücke bewirkt also ein Fortschreiten der gingivalen Entzündung, denn sogar nach Entfernen der Zwischenglieder fällt der Ausgangswert nicht wieder auf den vorhergehenden zurück, sondern bleibt etwas darüber.

Daraus folgt, daß weder acht Tage genügen (Eichner 1975), um gesunde gingivale Verhältnisse herzustellen, noch daß Schwebebrücken mit vier bis fünf Millimeter Abstand von der Gingiva, und ein solches stellt der "nackte" Steg ja dar, eine ausreichende Interdentalraumhygiene erlauben. Somit sollte auf gar keinen Fall unterlassen werden, den Patienten im Gebrauch von Hilfsmitteln zur Interdentalreinigung zu instruieren und zu motivieren (Reichenbach 1931, Balshi und Mingledorff 1971, Waerhaug 1976).

Das Ausmaß der Verschlechterung nimmt während der Tragezeit der Zwischenglieder weiterhin zu, wie der Anstieg sämtlicher Parameter zeigt. Doch muß zwischen den einzelnen Zwischengliedern unterschieden werden: die beiden Schwebeglieder führen zu einem geringeren Anstieg der Werte als das Zwischenglied mit einer linearen Auflage in mesio-distaler Richtung trotz ihrer ungünstigeren funktionellen Gestaltungsweise, weil sie die geringsten manuellen Anforderungen bei der Durchführung der Mundhygiene an den Patienten stellen. Der dritte Typ hingegen führt auch bei der subjektiven Bewertung durch den Probanden zur schlechtesten Bewertung, da die Nischenbildung in bukko-lingualer Richtung zwischen Schleimhaut und Zwischenglied größer wird. Damit kommt es zu einer größeren Speiseretention, die das Plaquewachstum entscheidend begünstigt. Nach Lukas et al. (1974) müßte jedoch bei diesem Zwischengliedesign der Interdentalraum die strömungsgünstigste Form aufweisen, da durch die Reduktion der Grenzflächen die Strömungsgeschwindigkeit erhöht wird. In Anlehnung an Ferger und Schneider (1979) kann somit un-

terstrichen werden, daß die Reinigung einer Brückenkonstruktion vorwiegend auf mechanischem und weniger auf hydrodynamischem Wege geschieht.

Das anatomische Zwischenglied mit seiner nach bukkal verschobenen Basis verursacht einen ähnlichen Entzündungsanstieg wie die beiden Schwebeglieder, obwohl es hinsichtlich der Zahnbürstenreinigung dem Patienten nicht so gut zugänglich ist. Durch die physiologische Gestaltungsweise wird der Wangenkontakt aufrecht erhalten, wie von Voß (1962) und von Eissmann (1972) gefordert wurde, so daß der Speisebrei beim Zerkleinern zur Wange und zur Zunge hin abgleiten kann und diese ihn wieder auf die Zahnreihe zurückbringen können. Die anderen Modifikationen dagegen stören diesen Speiseweg und führen zu einer geänderten, möglicherweise die Alveolarkammatrophie unterstützenden Zunge- und Wangenmotorik.

Wie aus der Langzeituntersuchung zu ersehen ist, verschwindet der 1,0 bis 1,5 mm große Spalt durch eine fibrös-proliferative Hyperplasie. Sie ist ebenfalls unter Stegen oder auch Schwebebrücken mit einer langen Tragedauer und einer schlechten Mundhygiene zu finden. Hermann (1959) bezeichnete dies als Vakatwucherung. Dadurch wiederum entsteht eine Berührung des Zwischenglieds mit der Gingiva oder ein ganz geringer Spalt, der die Speiseretention begünstigt. Daher sollte auf einen solchen Spalt verzichtet werden.

Werden ästhetische Anforderungen an den Ersatz im Seitenzahngebiet gestellt, sollte nicht, wie Eichner, Meyer und Rarisch (alle 1975) vorschlugen, ein Teil des Kieferkamms abgedeckt, sondern eine punktförmige Auflage des Kieferkamms angestrebt werden. Auf Grund dieser Ergebnisse wie auch der Untersuchungen von Freesmeyer und Gorus (1981) stellt diese Zwischengliedform (siehe Abb. 3, Zwischenglied 3) eine optimale Lösung dar. Eventuell muß vor dem Eingliedern der Brücke ein chirurgischer Parodontaleingriff durchgeführt werden. Ist der Alveolarkamm schon sehr stark resorbiert, so kann ebenfalls ein rundum konvexes, anatomischen Zwischenglied mit einem Spalt, der jedoch größer sein sollte als 3 mm, eingesetzt werden, um den Kamm vor weiterer Resorption zu schützen (Stein 1966).

Somit stellt das anatomische Zwischenglied eine Grundform dar, wie man sie überall im Seitenzahngebiet verwenden kann.

Die statistische Analyse ergab bei allen durchgeführten Tests keine signifikanten Unterschiede, da die Streubreite der Einzelwerte stark variierte. Diese Streubreite dürfte sowohl in den methodischen Meßfehlern als auch in der unterschiedlich gut durchgeführten Mundhygiene der Probanden begründet sein.

Außerdem konnte nur eine geringe Anzahl von Patienten für die lange Untersuchungsdauer mit ihren zeitaufwendigen Kontrollen gewonnen werden, wodurch die Statistik erschwert wird.

Doch bei allen durchgeführten Untersuchungen ging im Trend das anatomische Zwischenglied als das günstigste hervor. Im Anhang sind die Einzelergebnisse aufgeführt.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Folgende Schlußfolgerungen können aus dieser Untersuchung für die Gestaltung von Zwischengliedern im Seitenzahnbereich gezogen werden:

1. Nischen, wie sie durch das Zwischenglied mit linearer Auflage auf den Kieferkamm in mesio-distaler Richtung gebildet werden, führen zu einer stärkeren Speiseimpaktion und Plaque-Akkumulation. Diese ist als kausaler Faktor für eine Entzündung der interdentalen Gingiva verantwortlich.

2. Falls es ästhetische Gesichtspunkte möglich machen, sollte eine Brücke mit einem Schwebezwischenglied angefertigt werden. Bei dieser Form werden vergleichsweise die geringsten Anforderungen an die Reinigung des Interdentalraumes gestellt.

3. Zwischenglieder mit einer geringen Spaltbreite (0,5 bis 1,5 mm) sollten vermieden werden, da sich der Zwischenraum mit der Zeit durch eine entzündliche Proliferation der Alveolarkammgingiva ausfüllt, wodurch eventuell ein reduziert sattelförmig aufliegendes Zwischenglied mit eingeschränkter Reinigungsmöglichkeit entstehen könnte.

4. Wird ein verblendetes Zwischenglied benötigt, sollte darauf geachtet werden, daß es rundum konvexe Flächen mit einer nach bukkal verschobenen Basis und einer punktförmigen Berührung des Alveolarkamms aufweist.

5. Jeder prothetische Zahnersatz durch festsitzende Brücken führt unabhängig von der Gestaltung des Zwischengliedes zu einer verstärkten Plaqueakkumulation. Deshalb muß der Patient für den Umgang mit speziellen Hilfsmitteln für die besondere Reinigung der Interdentalräume motiviert und instruiert werden. Nur wenn es gelingt, optimale Voraussetzungen für die Mundhygiene zu schaffen und der Patient diese auch tatsächlich durchführt, kann mit einem langfristigen Erfolg der prothetischen Rehabilitation gerechnet werden.

7. ZUSAMMENFASSUNG

In einer klinischen Studie an 15 Probanden wurde der Einfluß von verschiedenen Zwischengliedformen auf die Alveolarkammmukosa und das marginale Parodont der Pfeilerzähne untersucht.

Die Brücken dienten jeweils zum Ersatz von Sechsjahrmolaren. Folgende Parameter wurden gemessen: der Plaqueindex, die Sondierungstiefe, der Papillenblutungsindex, die Sulcusfluidflowrate, die Anfärbbarkeit der Gingiva durch 1 % Lugolsche Lösung, die visuelle Einschätzung der Alveolarkammukosa sowie die subjektive Einschätzung durch den Probanden.

An 8 Probanden wurde die Untersuchung mit 4 verschiedenen, auswechselbaren Zwischengliedformen durchgeführt, die jeweils umfaßten: ein Schwebeglied, ein verdicktes Schwebeglied, ein Zwischenglied mit einer linearen Auflage auf dem Kieferkamm in mesio-distaler Richtung und herzförmigem Querschnitt sowie ein "anatomisches" Zwischenglied mit allseits konvexer Gestaltung, einer nach bukkal verschobenen Basis und einem durchschnittlichen Abstand zur Gingiva von 1,0 - 1,5 mm.

Vor und nach der 4-wöchigen Tragezeit wurden die oben genannten Tests an der Brücke und den Kontrollzähnen durchgeführt. Die beiden Schwebegliedmodifikationen sowie das anatomische Zwischenglied verursachten eine geringere Entzündung des marginalen Parodonts und der Alveolarkammukosa als das Zwischenglied mit linearer Auflage.

An 7 weiteren Probanden wurde eine Langzeituntersuchung über ein halbes Jahr mit Schwebebrücken und dem anatomischen Zwischenglied durchgeführt.

Dabei stellte sich heraus, daß ein Spalt von 1,0 - 1,5 mm Abstand zur Gingiva nicht genügend groß ist und sich durch eine entzündliche Proliferation verschließt.

Auf Grund dieser Ergebnisse kann gefordert werden, daß im Seitenzahngebiet entweder Schwebebrücken mit einem durch-

schnittlichen Spalt von 3,0 mm eingegliedert werden oder eine konvexe Zwischengliedform mit nach bukkal verschobener Basis und einer punktförmigen Berührung des Kieferkammes Anwendung findet. Auch müssen Hilfsmittel zur Interdentalraumreinigung gebraucht werden, da andernfalls eine weitere Zerstörung durch die mikrobielle Plaque nicht verhindert werden kann.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ALEXANDER, A.G., LEON, A.R., RIBBONS, J.W., et al.:
An assessment of the intra and inter examiner agreement in scanning gingivitis clinically.
J. periodont. Res. 6, 146-151 (1971)

APPELGREN, R., ROBINSON, P.J., and KAMINSKI, E.J.:
Clinical and histologic correlation of gingivitis.
J. Periodont. 50, 540-543 (1979)

ARMITAGE, G.G., SVANBERG, G.K., and LOE, H.:
Microscopic evaluation of clinical measurements of connective tissue attachment levels.
J. Clin. Periodont. 4, 173-190 (1977)

BALSHI, T.J., and MINGLEDORFF, E.B.:
Maintenance procedures for patients after complete fixed prosthodontics.
J. prosth. Dent. 37, 420-431 (1977)

BOITEL, R.:
Ästhetik und Kosmetik in der restaurativen Zahnheilkunde.
Zahntechnik (Berl) 34, 254-257 (1976)

CARRANZA, F.A.:
Glickman's clinical periodontology.
Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 1979, S. 989-1027

CAVAZOS, E.:
Tissue response to fixed partial denture pontics.
J. prosth. Dent. 20, 143-153 (1970)

CLAYTON, J.A., and GREEN, E.:
Roughness of pontic materials and dental plaque.
J. prosth. Dent. 23, 407-411 (1970)

EICHNER, K.:
Einflüsse von Brückenzwischengliedern auf die Gingiva.
Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 639-648 (1975)

EICHNER, K.:
Kronen und Brückenzahnersatz und das marginale Parodont.
Zahnärztl. Prax. 26, 314-318 (1975)

EISSMANN, H.F., RADKE, R.A., and NOBLE, W.A.:
Physiologic design criteria for fixed dental restorations.
Dent. Clin. North Am. 15:3, 543-568 (1971)

FASSKE, E. und MORGENROTH, K.:
Vergleichende stomatoskopische und histochemische Untersuchung am Zahnfleischrand des Menschen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 562-567 (1958)

FERGER, P. und SCHNEIDER, W.:
Form des Brückenkörpers von Schwebebrücken und Selbstreinigung.
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 756-758 (1979)

FLOCKEN, J.E.:
Electrosurgical management of soft tissues and restorative dentistry.
Dent. Clin. North Am. 24:2, 247-269 (1980)

FREESMEYER, W.B., GORUS, R.:
Einfluß der Form des Brückenkörpers von Verblendbrücken auf die Gingiva und das marginale Parodontium.
Dtsch. zahnärztl. Z., im Druck

HALL, W.B.:
Periodontal preparation of the mouth for restoration.
Dent. Clin. North Am. 24:2, 195-213 (1980)

HEDEGÅRD, B. und LANDT, H.:
Hygienische Aspekte bei prothetischen Behandlungsvorgängen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 894-901 (1980)

HERMANN, H.W.:
Die Gewebsreaktion unter Brückenkörpern.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 581-590 (1959)

HERLANDS, R.E., LUCCA, J., and MORRIS, M.L.:
Forms, contours and extensions of full coverage in occlusal reconstruction.
Dent. Clin. North Am. 6, 147 (1962)

HIRSHBERG, H.W.:
The relationship of oral hygiene to embrasure and pontic design - a preliminary study.
J. prosth. Dent. 27, 26-38 (1972)

JUNG, T.: Zur hygienischen Gestaltung des Brückenkörpers.
Zahnärztl. Welt 84, 59-63 (1975)

KARLSEN, K.:
Gingiva reactions to dental restorations.
Acta odont. scand. 28, 895-904 (1970)

KERSCHBAUM, T. und VOSS, R.:
Die praktische Bewährung von Krone und Inlay.
Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 234-239 (1981)

KLÖTZER, E.:
Über die elastische Deformation der Brückenzwischenglieder.
Zahnärztl. Welt Heft 1, 13-16 (1960) und Heft 2, 45-50 (1960)

LEHNER, C.R.:
Ästhetik und Ausgestaltung des Interdentalraumes, des gingivalen Bereiches und der Zwischenglieder. in: SCHÄRER, P., RINN, L.A., KOPP, F.R.: Ästhetische Richtlinien für die rekonstruktive Zahnheilkunde.
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, Chicago, Tokio, 1980, S. 55-68

LINDHE, J.:
The effects on the gingiva of chewing fibrous food.
J. periodont. Res. 4, 193-201 (1969)

LISTGARTEN, M.A. and HELLDIN, L.:
Relative distribution of bacteria at clinically healthy and periodontally diseased sites in humans.
J. clin. Periodont. 5, 115-131 (1978)

LÖE, H.E., THEILADE, E., and JENSEN, S.B.:
Experimental gingivitis in man.
J. Periodont. 36, 177-187 (1965)

LUKAS, D., SCHULTE, W. und ZEYHER, A.:
Hydrodynamische Messungen an vergrößerten Modellen des menschlichen Interdentalraumes.
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 27-32 (1974)

MEYER, E.: Klinische Untersuchungen über die Auflage von Brückenzwischengliedern auf den Kieferkamm.
Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 649-652 (1975)

MÜHLEMANN, A.R.:
Introduction to Oral Preventive Medicine. A program for the first clinical experience.
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, Chicago, Tokio 1976, S. 124-125

MÜHLEMANN, H.R.:
Patientenmotivation mit individuellem Intensivprogramm für orale Gesundheit.
In: Prophylaxe, Leitfaden für orale Gesundheit, hrsg. von S. Peters
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, 1978, S. 132-149

PODSHADLEY, A.G.:
Gingival response to pontics.
J. prosth. Dent. 19, 51-57 (1968)

RAMFJORD, S.J.:
Periodontal aspects of restorative dentistry.
J. Oral Rehab. 1, 107-126 (1976)

RARISCH, B., GRÄF, W. und HOFFMANN, M.:
Klinische, bakteriologische und histologische Schleimhautbefunde im Bereich von Brückenzwischengliedern.
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 101-108 (1978)

RATEITSCHAK, K.H., RENGGLI, H.H., MÜHLEMANN, H.R.:
Parodontologie.
Thieme, Stuttgart, 1978, S. 234-235

REICHENBACH, E.:
Untersuchungen zur Frage einer zweckmäßigen Gestaltung des Brückenkörpers.
Dtsch. Vjschr. Zahnheilk. 2, 125-138 (1931)

ROBINSON, R.J. and VITEK, R.M.:
Periodontal examination.
Dent. Clin. North Am. 24:4, 537-612 (1980)

RUMPEL, C.:
Das Mittelstück bei Brückenarbeiten.
Zahnärztl. Rdsch. 5, 65-67 (1922)

SCHAREYKA, R.:
Die Sulcus-Fluid-Flow-Rate (SFFR) bei Tübinger Sofortimplantaten aus Aluminiumoxidkeramik.
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 360-362 (1978)

SCHÄRER, P., STRUB, J.R. und BELSER, U.C.:
Schwerpunkte der modernen kronen- und brückenprothetischen Behandlung.
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, 1979, S. 44-49

SCHLUGER, S., YUODELIS, R.A., PAGE, R.C.:
Periodontal disease.
Lea & Febiger, Philadelphia, 1977, S. 586-636

SCHÖN, F.: Über die kosmetische und hygienische Gestaltung der Brückenzwischenglieder.
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 892-898 (1949)

SHILLINGBURG, H., HOBO, S., WHITSETT, L.:
Grundlagen der Kronen- und Brückentechnik.
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, 1977, S. 13-29

SILNESS, J.:
Periodontal conditions in patients treated with dental bridges.
J. periodont. Res. 9, 50-55 (1974)

SILNESS, J.:
Fixed prosthodontics and periodontal health.
Dent. Clin. North Am. 24:2, 317-329 (1980)

SIVERTSON, J.F. and BURGITT, F.G.:
Probing of pockets related to attachment level.
J. Periodont. 47, 281-286 (1976)

SMITH, G.P.:
Objectives of a fixed partial denture.
J. prosth. Dent. 11, 463-473 (1961)

STEIN, R.S.:
Pontic-residual ridge relationship: a research report.
J. prosth. Dent. 16, 251-285 (1966)

TAKEI, H.H.:
The interdental space.
Dent. Clin. North Am. 24:2, 169-176 (1980)

TRIVEDI, S.C. and TALIN, S.T.:
The response of human gingiva to restorative materials.
J. prosth. Dent. 29, 73-80 (1973)

TOPOLL, H. und LANGE, D.E.:
Die Messung der Sulcus-Flüssigkeit als diagnostische Maßnahme bei Parodontalerkrankungen (I).
"Die Quintessenz", Heft 5, Ref. 6080 (1980)

VALDERHAUG, J., HELØE, L.:
Oral hygiene in a group of supervised patients with fixed prostheses.
J. Periodont. 48, 221-224 (1977)

VALDERHAUG, J. and BIRKELAND, J.M.:
Periodontal conditions in patients 5 years following insertion of fixed prostheses.
J. Oral Rehab. 3, 237-243 (1976)

VOSS, R.: Die Form der freischwebenden Brücken.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 17, 1649-1655 (1962)

WAERHAUG, J.:
The interdental brush and its place in operative and corwn and bridge dentistry.
J. Oral Rehab. 3, 107-113 (1976)

WAERHAUG, J.:
Effect of rough surfaces upon gingival tissue.
J. dent. Res. 35, 323-325 (1956)

WAERHAUG, J.:
Tissue reactions around artificial crowns.
J. Periodont. 24, 172-185 (1953)

WESPI, H.J.:
Schillersche Jodprobe in der Mundhöhle.
Schw. Med. Wochenschr. 12, 374-376 (1961)

WING, G.: Pontic design and construction in fixed bridgework.
Dent. Pract. 12, 390-394 (1962)

YUODELIS, R.A. and SMITH, D.H.:
Correction of periodontal abnormalities as a preliminary phase of oral rehabilitation.
Dent. Clin. North Am. 20:1, 181-192 (1976)

9. ANHANG - MESSDATEN

zu 4.1. Versuchsteil 1 (Zwischenglieder mit einer Tragezeit von 4 Wochen)

zu 4.1.1. Plaqueindex (PI) nach Quigley Hein

Brücke	Typ 1				Typ 2				Typ 3				Typ 4			
	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.
I	3,5	4,5	1,25	1,5	3,5	5,0	2,75	1,5	4,0	5,0	1,0	1,5	3,0	4,5	1,5	1,0
II	1,5	1,5	0,0	0,0	2,0	2,5	0,5	1,25	1,0	3,0	1,0	0,75	1,0	1,0	0,5	0,25
III	3,0	4,0	0,5	0,5	2,0	4,0	0,75	0,75	3,5	4,5	1,0	1,75	3,0	2,5	0,75	1,0
IV	3,0	5,0	0,75	0,5	4,0	5,0	0,5	0,75	3,0	5,0	0,5	0,25	2,5	5,0	0,25	0,75
V	1,0	3,0	0,0	0,25	5,0	5,0	0,75	0,5	3,0	4,5	0,75	0,0	3,0	5,0	0,5	0,0
VI	5,0	5,0	3,0	3,3	5,0	5,0	2,75	2,25	5,0	5,0	2,0	2,75	4,5	4,5	2,75	2,75
VII	5,0	5,0	3,0	3,0	5,0	5,0	2,75	2,25	5,0	5,0	2,0	2,75	4,5	5,0	2,75	2,75
VIII	4,0	5,0	1,25	0,75	4,5	5,0	1,5	2,25	4,5	5,0	2,0	1,5	3,5	5,0	2,25	1,25
IX	5,0	5,0	1,25	0,75	5,0	5,0	1,5	2,25	4,5	5,0	2,0	1,5	3,5	5,0	2,25	1,25
X	1,0	4,0	1,5	1,0	3,0	3,5	2,0	1,75	5,0	5,0	1,0	0,75	3,0	4,5	1,5	3,3
	3,2	4,2	1,3	1,2	3,9	4,5	1,6	1,6	3,9	4,7	1,3	1,3	3,2	4,2	1,6	1,3

A.B. ... Anfangswert des Brückeninterdentalraums
E.B. ... Endwerte des Brückeninterdentalraums
A.K. ... Anfangswert des Kontrollzahns
E.K. ... Endwert des Kontrollzahns

Die Werte des Brückeninterdentalraums ergaben sich aus den Messungen mesial des Siebeners und distal des Fünfers, die des Kontrollzahns wurden aus Messungen mesial, distal, bukkal und oral ermittelt (arithmetisches Mittel).

zu 4.1.2. Sondierungstiefe (ST)

Brücke	Typ 1				Typ 2				Typ 3				Typ 4			
	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.
I	1,0	1,5	1,25	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	2,0	2,0	1,75	1,75
II	1,0	2,0	1,0	1,1	2,0	1,0	1,75	1,75	1,0	2,0	2,0	1,75	1,5	2,0	2,0	1,75
III	1,5	2,0	1,25	1,0	2,0	2,0	1,25	1,25	2,0	2,5	1,75	1,5	2,0	2,5	1,25	1,5
IV	1,5	1,5	1,75	1,6	1,5	2,0	1,75	1,75	1,0	1,5	1,25	1,75	2,0	2,0	1,5	2,0
V	1,5	1,5	1,1	1,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	2,5	1,0	1,0
VI	1,0	1,5	1,25	1,5	2,0	2,5	1,25	1,25	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5
VII	1,5	2,0	1,25	1,5	2,0	2,5	1,25	1,25	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,0	1,5	1,5
VIII	2,0	2,5	1,25	1,25	2,0	2,0	1,25	1,25	2,0	2,0	1,25	1,25	2,0	2,0	1,75	1,25
IX	1,5	1,5	1,25	1,25	1,0	1,5	1,25	1,25	1,0	2,0	1,25	1,25	1,5	1,5	1,75	1,25
X	3,0	2,0	1,0	1,6	1,5	2,5	1,5	1,5	2,0	3,0	1,25	1,5	2,0	2,0	1,5	1,4
	1,5	1,8	1,3	1,3	1,8	2,0	1,5	1,5	1,7	2,3	1,6	1,6	1,9	2,1	1,6	1,5

A.B. ... Anfangswert des Brückeninterdentalraums
E.B. ... Endwert des Brückeninterdentalraums
A.K. ... Anfangswert des Kontrollzahns
E.K. ... Endwert des Kontrollzahns

Die Werte des Brückeninterdentalraums ergeben sich aus den Messungen mesial des Siebeners und distal des Fünfers, die des Kontrollzahns wurden aus Messungen mesial, distal, bukkal und oral ermittelt (arithmetisches Mittel).

zu 4.1.3. Sucus-fluid-flow-rate (SFFR)

Brücke	Typ 1				Typ 2				Typ 3				Typ 4			
	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.
I	0,85	0,9	0,33	1,1	2,6	1,75	1,43	3,87	1,75	2,4	1,65	2,4	1,5	2,85	2,08	1,6
II	0,75	1,2	0,13	0,05	0,45	0,9	0	0,78	0,3	0,7	0,01	0,25	0,35	0,65	1,03	0,22
III	0,75	0,85	0,66	0,97	0,85	2,15	0,05	0,18	1,55	1,55	0,72	0,55	1,05	1,75	0,55	0,53
IV	1,25	1,0	0,85	0,98	1,35	2,25	0,83	1,0	1,6	3,25	0,78	0,48	1,15	1,8	0,45	0,35
V	0,65	0,55	0,1	0,1	0,75	1,25	0,3	0,45	1,0	1,0	0,48	0,1	0,5	0,7	0,35	0,15
VI	0,75	2,85	0,35	0,45	4,3	4,3	0,75	0,16	1,75	3,75	1,0	0,68	3,6	4,35	0,76	0,63
VII	1,50	2,20	0,35	0,45	2,4	3,0	0,75	0,16	2,65	3,3	1,0	0,68	4,75	3,5	0,76	0,63
VII	1,55	2,05	0,4	0,2	1,8	4,0	0,45	0,76	2,2	4,5	0,25	0,4	1,9	2,15	0,46	0,35
IX	0,35	0,30	0,4	0,2	0,35	1,1	0,45	0,76	1,65	2,35	0,25	0,4	1,5	0,6	0,46	0,35
X	0,20	0,35	0,12	0,4	1	0,35	0,35	0,65	0,8	1,3	0,73	0,55	0,95	1,45	0,63	0,23
	0,9	1,2	0,4	0,5	1,6	2,2	0,6	0,9	1,5	2,4	0,7	0,7	1,7	2,0	0,7	0,5

A.B. ... Anfangswert des Brückeninterdentalraums
E.B. ... Endwert des Brückeninterdentalraums
A.K. ... Anfangswert des Kontrollzahns
E.K. ... Endwert des Kontrollzahns

Die Werte des Brückeninterdentalraums ergaben Messungen mesial des Siebeners und distal des Fünfers, die des Kontrollzahns wurden aus Messungen mesial, distal, bukkal und oral ermittelt (arithmetisches Mittel).

zu 4.1.4. Papillenblutungsindex (PBI)

Brücke	Typ 1				Typ 2				Typ 3				Typ 4			
	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.	A.B.	E.B.	A.K.	E.K.
I	1,0	1,25	0,5	1,0	1	2,75	1,0	0,75	1,25	2,25	1,25	2,0	1,5	1,5	1,75	2,25
II	1,0	0,75	0,0	0,0	1,75	0,75	1,0	1,0	1,25	1,25	0,25	0	0,75	1,0	0,5	0,25
III	1,5	1,5	0,0	0,25	1	2,25	0,0	0,25	1,25	1,5	0,5	0	1,25	1,75	0	0,5
IV	1,0	2,0	2,0	2,25	1,5	2,0	2,25	1,75	1,75	2,75	1,5	1,50	1,5	2,25	0,25	0,25
V	1,0	1,5	0,0	0,0	1,25	1,25	0,0	0,0	0,5	1,25	0	0,25	1,25	1,75	0	0
VI	1,0	2,75	0,5	1,0	3,25	2,75	2,0	1,0	3,5	3,5	2,75	1,75	2,75	3,5	0,25	0,25
VII	2,50	2,5	0,5	1,0	3,75	4,0	2,0	1,0	3,0	4,0	2,75	1,75	3,0	3,5	0,25	0,25
VIII	2,25	3,5	0,75	1,0	2	3,0	0,25	0,25	3,0	4,0	0,5	0,25	2,0	2,25	1	0,5
IX	2,75	2,75	0,75	1,0	1	2,25	0,25	0,25	1,25	2,75	0,5	0,25	2,25	2,5	1	0,5
X	0,5	1,75	0,0	0,0	1,25	1,75	0,0	0,25	1,25	1,5	0	0,25	1,0	1,25	0,75	0,5
	1,5	2,0	0,5	0,75	1,8	2,3	0,9	0,7	1,8	2,5	1,0	0,8	1,7	2,1	0,6	0,5

A.B. ... Anfangswert des Brückeninterdentalraums
E.B. ... Endwerte des Brückeninterdentalraums
A.K. ... Anfangswerte des Kontrollzahns
E.K. ... Endwerte des Kontrollzahns

Die Werte des Brückeninterdentalraums ergaben sich aus den Messungen bukko- und linguomesial des Siebeners und bukko- und linguodistal des Fünfers, die des Kontrollzahns wurden ebenso ermittelt (arithmetisches Mittel).

zu 4.2. Versuchsteil 2
(Zwischenglieder mit einer Tragezeit von 5-6 Monaten)

zu 4.2.1. Plaque-Index (Typ 1 - Schwebeglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung		4. Messung	
	B	K	B	K	B	K	B	K
I	5	1,00	4,0	1,5	2,5	1,25	3	1,0
II	2,5	1,25	3,5	0,75	3,0	2,25	2	1,25
III	5	1,25	4,0	2,5	1,5	1,0	2,0	2,0
IV	4,5	1,25	5,0	1,0	5,0	1,0	3,5	1,0
	4,3	1,2	4,1	1,5	3,0	1,4	2,7	1,5

zu 4.2.2. Sondierungstiefe (Typ 1 - Schwebeglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung		4. Messung	
	B	K	B	K	B	K	B	K
I	2	2	3	2,25	2,5	1,75	2,0	1,75
II	2	1,25	2	1,25	2,5	1,75	2,5	1,25
III	2	1,75	2	1,0	2,5	1,75	2,0	2,0
IV	2	1,1	2	1,5	2,5	1,25	2,0	1,5
	2	1,5	2,3	1,5	2,5	1,6	2,1	1,6

B ... Wert des Brückeninterdentalraums
K ... Wert des Kontrollzahns
zur Ermittlung der Werte siehe Anhang zu 4.1.

zu 4.2.3. Sulcus-fluid-flow-rate (Typ 1 - Schwebeglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung	
	B	K	B	K	B	K
I	1,7	0	1,1	0,3	1,3	0,4
II	1,7	1,4	2,4	0,2	2,5	1,4
III	3,1	1,1	2,9	1,3	2,7	1,2
IV	4,2	0,9	1,5	1,5	1,7	1,2
	2,7	0,9	2,0	0,8	2,1	1,0

zu 4.2.4. Papillenblutungsindex (Typ 1 - Schwebeglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung		4. Messung	
	B	K	B	K	B	K	B	K
I	2,0	1,25	1,5	1,0	1,75	1,25	1,75	1,0
II	2,5	0,75	3,75	0,5	2,25	1,0	3,75	0,5
III	2,0	0,5	1,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5
IV	1,5	0,75	3,25	0,75	3,25	0,5	2,0	0,75
	2,0	0,8	2,5	0,7	2,0	0,8	2,0	0,7

B ... Wert des Brückeninterdentalraums
K ... Wert des Kontrollzahns
zur Ermittlung der Werte siehe Anhang zu 4.1.

zu 4.2.1. Plaqueindex (Typ 4 - anatomisches Zwischenglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung		4. Messung	
	B	K	B	K	B	K	B	K
I	3,5	0,5	5	0,75	2,5	1,75	2	0,5
II	2,5	0,75	2,5	0	2,5	0,25	3	0,5
III	2	0,5	1,0	0,5	2	0,25	2	0,5
IV	2	0,5	1,5	0,5	1	0,25	1,5	0,5
	2,5	0,6	2,5	0,44	2,0	0,6	2,1	0,5

zu 4.2.2. Sondierungstiefe (Typ 4 - anatomisches Zwischenglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung		4. Messung	
	B	K	B	K	B	K	B	K
I	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,25	2,0	1,4
II	1,5	1,25	1,5	1,6	2,0	1,25	2,0	1,5
III	1,5	1,25	2,0	1,3	2,0	1,1	1,5	1,1
IV	2,5	1,25	2	1,3	2,0	1,1	2,5	1,1
	1,9	1,2	1,9	1,3	2,0	1,2	2,0	1,3

B ... Wert des Brückeninterdentalraums

K ... Wert des Kontrollzahns

zur Ermittlung der Werte siehe Anhang zu 4.1.

zu 4.2.3. Sulcus-fluid-flow-rate (Typ 4 - anatomisches Zwischenglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung	
	B	K	B	K	B	K
I	1,5	0,3	1,8	0,1	1,1	0,4
II	0,6	1,1	0,9	0,5	0,6	0,7
III	1,9	0,5	2,6	0,5	2,0	0,4
IV	2,0	0,5	2,2	0,5	2,5	0,4
	1,5	0,6	1,9	0,4	1,4	0,5

zu 4.2.4. Papillenblutungsindex (Typ 4 - anatomisches Zwischenglied)

Brücke	1. Messung		2. Messung		3. Messung		4. Messung	
	B	K	B	K	B	K	B	K
I	1,25	0,25	1,75	0,25	1,0	1,25	1,25	1,0
II	0,75	2,75	0,25	0,75	0,5	1,0	0,75	0,0
III	0,5	0,25	0,5	0,5	1,5	0,25	0,5	0,5
IV	1,75	0,25	1,0	0,5	0,5	0,25	0,75	0,5
	1,0	0,9	0,9	0,5	0,9	0,7	0,8	0,5

B ... Wert des Brückeninterdentalraums

K ... Wert des Kontrollzahns

zur Ermittlung der Werte siehe Anhang zu 4.1.

L E B E N S L A U F

2.5.1954	Geburt als erstes Kind des Industriekaufmanns Paul Kocher und seiner Ehefrau Erika Kocher, geb. Schmalzriedt, in Stuttgart
1961	Einschulung in die Münchinger Grundschule
1965	Aufnahme in das Gymnasium Korntal. Absolvieren des neusprachlichen Zuges (Latein, Englisch, Französisch)
7.6.1973	Abitur
WS 1973/74	Studium der Chemie und Biologie an der Technischen Universität Stuttgart
April 1974	Immatrikulation für das Fach Zahnmedizin an der Universität Tübingen
13.3.1975	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
12.10.1976	Zahnärztliche Vorprüfung
19.6.1979	Staatsexamen
seit Okt. 1979	wissenschaftlicher Angestellter und Doktorand an der Universität Tübingen bei Prof. Körber, Direktor der prothetischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen

LEBENSLAUF

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145